



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 97 102 T5 2004.09.23

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/017346**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 97 102.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/07932**
(86) PCT-Anmeldetag: **02.08.2002**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **27.02.2003**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **23.09.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H01L 21/208**
H01L 21/68, H01L 31/04

(30) Unionspriorität:
2001-242202 09.08.2001 JP
2001-383310 17.12.2001 JP

(71) Anmelder:
Sharp K.K., Osaka, JP

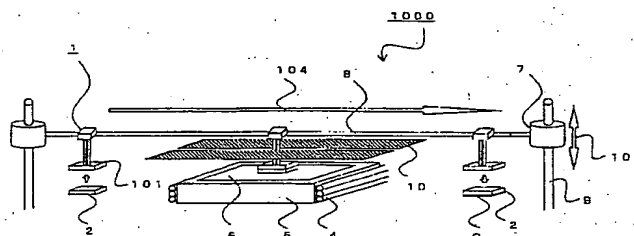
(74) Vertreter:
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(72) Erfinder:
Goma, Shuji, Nara, Kitakatsuragi, JP; Gokaku, Hirozumi, Nara, Kitakatsuragi, JP; Yano, Kohzaburoh, Nabari, Mie, JP; Tani, Zenpei, Tondabayashi, Osaka, JP

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte sowie Solarzelle**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des Substrats eine dünne Platte auszubilden, wobei der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:

- eine erste Substrattransporteinrichtung (7, 9) zum Transportieren des Substrats (2) in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen des Substrats (2) in die genannte Schmelze (6) und aus ihr; und
- eine zweite Substrattransporteinrichtung (8), die einen Transport des genannten Substrats (2) in einer zweiten Richtung ermöglicht, die von der ersten Richtung verschieden ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, und genauer gesagt, betrifft sie eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte durch Eintauchen eines Substrats in eine Schmelze, um dadurch auf dem Substrat eine dünne Platte und eine Solarzelle zu züchten.

Hintergrundbildende Technik

[0002] Zum Beispiel kann eine "Herstellvorrichtung für ein Siliciumband sowie zugehöriges Herstellverfahren", wie in der japanischen Offenlegung Nr. 10-29895 offenbart, als eine von herkömmlichen Vorrichtungen zum Herstellen einer dünnen Platte aufgelistet werden. Diese Herstellvorrichtung für Siliciumbänder verwendet eine Konstruktion, die eine dünne Platte aus Silicium entnehmen kann, die einem Kohlenstoffnetz folgend erstarrte/gezüchtet wurde, wobei eine zylindrische Fläche eines Rotors teilweise in einen vertikal verstellbaren Tiegel eingetaucht wird und das Kohlenstoffnetz heraus gezogen wird, während sich ein Kühlkörper dreht. Gemäß diesem Verfahren ist es möglich, sowohl die Prozesskosten als auch die Rohmaterialkosten im Vergleich zu einem herkömmlichen Herstellverfahren für Siliciumwafer zu senken, bei dem ein Wafer dadurch erhalten wird, dass ein Barren mit einer Drahtsäge oder dergleichen zerschnitten wird.

[0003] Der sich drehende Kühlkörper zieht Silicium unter Zwangskühlung desselben, wodurch die Ziehgeschwindigkeit merklich verbessert werden kann. Ferner ist es möglich, die Ziehgeschwindigkeit abhängig von der Drehzahl des Rotors zu kontrollieren, um im Allgemeinen eine Geschwindigkeit von mindestens 100 mm/Min. zu ermöglichen. Gemäß dieser "Herstellvorrichtung für ein Siliciumband sowie zugehöriges Herstellverfahren" wird jedoch die dünne Platte aufgrund des zylindrischen Rotors gebogen, wobei in der Form eine Krümmung verbleibt.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte zu schaffen, mit denen eine flache, dünne Platte erhalten werden kann, und ferner die Form der erhaltenen dünnen Platte und einer Solarzelle zu optimieren.

[0005] Um das obige Problem zu lösen, haben die Erfinder eingehende Forschungen und Entwicklungen ausgeführt, um den Zusammenhang zwischen einem Substrat (und einer auf diesem gezüchteten dünnen Platte) und einer Schmelze herauszufinden, der die Qualität der dünnen Platte und die Form derselben beeinflusst. Zum Beispiel verbleibt am Ende

des die Schmelze verlassenden Substrats eine große Flüssigkeitsmenge aufgrund der Zugspannung der Schmelze, solange nicht das Substrat unter beinahe rechtem Winkel heraus gezogen wird.

[0006] Wenn es beabsichtigt ist, die Bewegung des Substrats zu steuern, um eine solche Korrelation zwischen dem Substrat und der Schmelze zu verbessern und um die optimale Korrelation zu erzielen, ist eine Steuerung unmöglich, da die Bewegung nicht wahlfrei eingestellt werden kann, wenn das Substrat eine Drehbewegung ausführt, bei der es sich auf einer konstanten Bahn bewegt, wie es in der oben genannten hintergrundbildenden Technik offenbart ist. Um die Bewegung des Substrats wahlfrei einzustellen, muss daher ein Mechanismus zum freien Betätigen und Transportieren des Substrats entworfen werden. Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann jedoch ein Heizmechanismus oder dergleichen vorhanden sein, um eine Schmelze auf hoher Temperatur zu halten und demgemäß ist ein Mechanismus zum Transportieren eines Substrats einer hohen Temperatur ausgesetzt. Daher ist es schwierig, einen komplizierten Substrattransportmechanismus einzuführen, und es muss ein Substrattransportmechanismus erfunden werden, der auf zuverlässige Weise die minimal erforderlichen Bedienungen ausführt.

[0007] Demgemäß ist eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer Erscheinungsform der Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus erhaltenen Substrats in eine Schmelze, um dadurch an der Oberfläche des oben genannten Substrats eine dünne Platte auszubilden, wobei der oben genannte Substrattransportmechanismus über eine erste Substrattransporteinrichtung zum Transportieren des oben genannten Substrats in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen des oben genannten Substrats in bzw. aus der oben genannten Schmelze sowie eine zweite Substrattransporteinrichtung aufweist, die einen Transport des oben genannten Substrats in einer zweiten Richtung verschieden von der oben genannten ersten Richtung ermöglicht. Diese Struktur wird so verwendet, dass es möglich ist, das Substrat bei seinem Transport in mindestens zwei Richtungen zu bewegen.

[0008] Vorzugsweise ist bei der oben genannten Erfindung die Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte dazu in die Lage versetzt, die oben genannte erste Substrattransporteinrichtung und die oben genannte zweite Substrattransporteinrichtung jeweils unabhängig zu steuern, so dass es möglich ist, eine Horizontal-Laufgeschwindigkeit und eine Vertikal-Laufgeschwindigkeit des Substrats dadurch unabhängig einzustellen, dass die erste Substrattransporteinrichtung das Substrat vertikal transportieren kann und die zweite Substrattransporteinrichtung dasselbe horizontal transportieren kann. Anders gesagt, ist es möglich, die Bahn des Substrats in einer Ebene frei einzustellen, die zwei Richtungen enthält,

die durch die erste und die zweite Substrattransporteinrichtung definiert ist. Demgemäß wird die Korrelation zwischen dem Substrat (und der auf diesem gezüchteten dünnen Platte) und der Schmelze so optimiert, dass es möglich ist, eine Verbesserung der Qualität der dünnen Platte, eine Verbesserung der Form derselben und eine Verbesserung bei der Massenherstellung dünner Platten zu erzielen.

[0009] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung der oben genannte Substrattransportmechanismus ferner über eine Substratneigeeinrichtung zum Neigen der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf den Pegel der oben genannten Schmelze. Ferner ist die oben genannte Substratneigeeinrichtung vorzugsweise unabhängig in Bezug auf die oben genannte erste Substrattransporteinrichtung und die oben genannte zweite Substrattransporteinrichtung steuerbar. Demgemäß kann die Korrelation (der Winkel) zwischen der Oberfläche des Substrats und der Oberfläche der Schmelze so kontrolliert werden, dass es möglich ist, die Neigung des Substrats in Bezug auf die Oberfläche der Schmelze zu optimieren, wenn das Substrat die Schmelze verlässt.

[0010] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung der oben genannte Substrattransportmechanismus ferner über eine Substrat-Befestigungs/Löse-Einrichtung, um das oben genannte Substrat am oben genannten Substrattransportmechanismus befestigbar/von ihm lösbar zu machen. Vorzugsweise ist die oben genannte Substrat-Befestigungs/Löse-Einrichtung unabhängig in Bezug auf die oben genannte erste Substrattransporteinrichtung, die oben genannte zweite Substrattransporteinrichtung und die oben genannte Substratneigeeinrichtung steuerbar.

[0011] Diese Konstruktion wird so verwendet, dass es möglich ist, den Substrattransportmechanismus dadurch kontinuierlich zu verwenden, dass nur das Substrat gewechselt wird, so dass es nicht erforderlich ist, den gesamten Substrattransportmechanismus auszutauschen, und es ist möglich, eine Zunahme der Arbeit, der Zeit und der Kosten zu vermeiden, wenn die Beständigkeit des Substrats begrenzt ist.

[0012] Ferner ist es möglich, das oben genannte Substrat an einer solchen Position am oben genannten Substrattransportmechanismus zu befestigen/von ihm zu lösen, die nicht diejenige über der Schmelzenaufnahmeinrichtung ist, so dass es möglich ist, einen schlechten thermischen Einfluss wie eine thermische Zerstörung des oben genannten Substrat-Befestigungs/Löse-Mechanismus oder die Möglichkeit eines sich aus einer Wärmeausdehnung ergebenden Genauigkeitsverlustes zu vermeiden.

[0013] Wenn eine konstante Substratbedienungsbahn regelmäßig realisiert werden soll, wie im Fall einer Herstellung der dünnen Platte in geringer Menge, kann, wenn die Konstruktion der oben genannten Erfindung verwendet wird, diese Aufgabe dadurch gelöst werden, dass die zu erhaltende optimale Bahn

für die dünne Platte festgelegt wird und regelmäßig dasselbe Bewegungsmuster in zwei Richtungen und dasselbe Neigungsmuster wiederholt werden.

[0014] Wenn jedoch eine Massenherstellung mit kontinuierlicher Herstellung dünner Platten oder dergleichen in Betracht gezogen wird, ist ein langer Lauf erforderlich. In diesem Fall ist es möglich, auf einfache Weise das Bewegungsmuster und das Neigungsmuster des Substrats auf optimale zeitliche Muster gegenüber solchen Faktoren einzustellen, dass sich die Menge der Schmelze (die Absolutposition der Höhe der Schmelze oder dergleichen) zeitabhängig ändert und sich die Vorrichtungsatmosphäre zeitlich ändert, wenn die zwei Bewegungsrichtungen wie oben beschrieben unabhängig gesteuert werden, so dass aktuell geeignete Bewegungsmuster eingestellt werden können, während die Vorrichtung auch dazu in der Lage ist, die Neigung der Oberfläche des Substrats unabhängig zu steuern, und sie ferner dazu in der Lage ist, die Befestigung-/das Lösen des Substrats unabhängig von der Bewegung und der Neigung des Substrats auf eine zeitliche Änderung desselben hin zu steuern.

[0015] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung die Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte über eine Schmelzenaufnahmeinrichtung, die die oben genannte Schmelze aufnimmt, und ferner verfügt sie über eine Wärmeabschirmungseinrichtung zwischen der oben genannten Schmelzenaufnahmeinrichtung und dem oben genannten Substrattransportmechanismus. So ist es möglich, eine Wärmeübertragung von der Schmelzenaufnahmeinrichtung auf den Substrattransportmechanismus zu unterdrücken.

[0016] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung der oben genannte Substrattransportmechanismus über eine Tauchsteuereinrichtung zum Eintauchen des oben genannten Substrats in die oben genannte Schmelze eines Materials, das ein metallisches Material und/oder ein Halbleitermaterial enthält, sowie eine Steuereinrichtung zum Züchten einer dünnen Platte, die das oben genannte eingetauchte Substrat aus der oben genannten Schmelze entnimmt, um dadurch die dünne Platte aus dem oben genannten Material auf der Oberfläche des oben genannten Substrats zu züchten. Vorzugsweise steuert diese Tauchsteuereinrichtung die erste und die zweite Substrattransporteinrichtung auf unabhängige Weise, nachdem das Substrat in die genannte Schmelze eingetaucht wurde, und bevor das Substrat aus dieser Schmelze heraus genommen wird, um die dünne Platte auf die Oberfläche des genannten Substrats aufzuwachsen.

[0017] So ist es möglich, eine Horizontal- und eine Vertikal-Laufgeschwindigkeit des Substrats dadurch gesondert einzustellen, dass es ermöglicht ist, dass die erste Substrattransporteinrichtung das Substrat vertikal transportiert und die zweite Substrattransporteinrichtung das Substrat horizontal transportiert. Anders gesagt, ist es möglich, die Bahn des Substrats

in einer Ebene frei einzustellen, die zwei Richtungen enthält, die durch die erste und die zweite Substrattransporteinrichtung definiert sind. So wird die Korrelation zwischen dem Substrat (und der auf diesem gezüchteten dünnen Platte) und der Schmelze so optimiert, dass es möglich ist, eine Verbesserung der Qualität der dünnen Platte, eine Verbesserung der Form derselben und eine Verbesserung bei der Massenherstellbarkeit dünner Platten zu erzielen.

[0018] Das Substrat kann unmittelbar vor seinem Eintauchen in die Schmelze linear nach oben bewegt werden. In diesem Fall kann die Transportzeit denkbar so verringert werden, dass die Taktzeit und die Kosten gesenkt werden können. In ähnlicher Weise müssen die zwei Richtungen nicht unabhängig gesteuert werden, auch nachdem das Substrat die Schmelze verlassen hat, sondern es ist bevorzugt, das Substrat im Intervall zwischen dem Zeitpunkt, zu dem das Eintauchen des Substrats in die Schmelze beginnt, und dem Zeitpunkt, zu dem dasselbe der Schmelze entnommen wird, unabhängig in den zwei Richtungen zu steuern.

[0019] Vorzugsweise steuert bei der oben genannten Erfindung die oben genannte Tauchsteuereinrichtung die oben genannte Substratneigeeinrichtung unabhängig von der oben genannten ersten und zweiten Substrattransporteinrichtung, nachdem das oben genannte Substrat in die oben genannte Schmelze eingetaucht wurde und bevor es dieser entnommen wird.

[0020] Genauer gesagt, muss das Substrat zumindest nach dem Eintauchen in die Schmelze und vor dem Trennen derselben von der Schmelze unabhängig gesteuert und geneigt werden. Zum Beispiel kann der Winkel des Substrats unmittelbar vor seinem Eintauchen in die Schmelze fixiert werden. In diesem Fall kann wahrscheinlich die Stabilität der Substratbewegung ziemlich verbessert werden. In ähnlicher Weise sollte die Neigung des Substrats auch nicht unabhängig gesteuert werden, nachdem dieses aus der Schmelze ausgetreten ist. Daher muss die Neigung des Substrats ab dem Zeitpunkt, zu dem das Eintauchen des Substrats in die Schmelze beginnt, bis zum Zeitpunkt, zu dem die Entnahme aus der Schmelze abgeschlossen ist, unabhängig gesteuert werden.

[0021] So ist es möglich, die Korrelation (den Winkel) zwischen der Oberfläche des Substrats und der Schmelzenoberfläche zu steuern, so dass es möglich ist, die Neigung des Substrats in Bezug auf die Oberfläche der Schmelze zu optimieren, wenn das Substrat dieser entnommen wird.

[0022] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung die oben genannte Substrat-Befestigungs/Löse-Einrichtung über die Schritte des Befestigens des Substrats am oben genannten Substrattransportmechanismus vor dem Eintauchen des oben genannten Substrats und des Lösens desselben, wobei auf seine Oberfläche die dünne Platte aufgewachsen ist, vom oben genannten Substrat-

transportmechanismus nach dem Eintauchen des oben genannten Substrats.

[0023] So ist es möglich, einen Schritt des Lösens der dünnen Platte vom Substrat außerhalb der Vorrichtung auszuführen, und die Oberfläche des Substrats jedesmal dann aufzufrischen, dass es vor dem Eintauchen befestigt wird, es gemeinsam mit der dünnen Platte nach dem Eintauchen gelöst wird, und dasselbe vom System geliefert wird, um dadurch eine Massenherstellung dünner Platten zu erzielen.

[0024] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung die Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte über einen Schritt des Lösens der auf die Oberfläche des oben genannten Substrats aufgewachsenen dünnen Platte vom oben genannten Substrat, während das oben genannte Substrat am oben genannten Substrattransportmechanismus befestigt bleibt, nachdem das oben genannte Substrat eingetaucht wurde. So kann eine Massenherstellung dünner Platten erzielt werden.

[0025] Vorzugsweise ist bei der oben genannten Erfindung die oben genannte Schmelze ein Silicium enthaltendes Material.

[0026] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte ist ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, bei dem ein Substrat durch einen Substrattransportmechanismus gehalten wird und es in eine Schmelze eingetaucht wird, um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, das den folgenden Schritt aufweist: unabhängiges Steuern einer ersten Substrattransporteinrichtung zum Transportieren des genannten Substrats in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen desselben in die genannte Schmelze bzw. aus ihr, und einer zweiten Substrattransporteinrichtung, die einen Transport des genannten Substrats in einer zweiten Richtung ermöglicht, die von der ersten Richtung verschieden ist; was erfolgt, nachdem das genannte Substrat in die Schmelze eingetaucht wurde und bevor es dieser entnommen wird. Dieser Schritt wird so verwendet, dass es möglich ist, das Substrat in mindestens zwei Richtungen zu bewegen, wenn es transportiert wird.

[0027] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung die oben genannte erste Substrattransportschritt über einen Schritt des Entnehmens des oben genannten Substrats aus der oben genannten Schmelze, während es geneigt wird und es auf die Oberfläche der oben genannten Schmelze drückt. Dieser Schritt wird so verwendet, dass die Schmelze regelmäßig in einer Richtung fortschreitet, in der sie gegen die Oberfläche des Substrats stößt, wenn dieses entnommen wird. Demgemäß übt die Schmelze regelmäßig einen Druck auf das Substrat aus, wodurch die Schmelze kaum an der Oberfläche des Substrats verbleibt und die Anzahl der Vorsprünge verringert werden kann, die auf der dünnen Platte ausgebildet werden.

[0028] Vorzugsweise beinhaltet bei der oben genannten Erfindung das Verfahren zum Herstellen ei-

ner dünnen Platte die Schritte des Befestigens des oben genannten Substrats am oben genannten Substrattransportmechanismus vor dem Eintauchen des oben genannten Substrats sowie des Lösens desselben, wobei die dünne Platte auf seine Oberfläche aufgewachsen wurde, vom oben genannten Substrattransportmechanismus nach dem Eintauchen des oben genannten Substrats. Dieser Schritt wird so verwendet, dass es möglich ist, einen Schritt des Lösens der dünnen Platte vom Substrat außerhalb der Vorrichtung auszuführen und die Oberfläche des Substrats jedesmal dadurch aufzufrischen, dass es vor dem Eintauchen befestigt wird, es gemeinsam mit der dünnen Platte nach dem Eintauchen gelöst wird und dasselbe vom System zugeführt wird, um dadurch eine Massenherstellung dünner Platten zu erzielen.

[0029] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung das Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte über einen Schritt des Lösens der auf der Oberfläche des oben genannten Substrats gezüchteten dünnen Platte vom oben genannten Substrat, während dieses am oben genannten Substrattransportmechanismus befestigt bleibt, nachdem es eingetaucht wurde. Dieser Schritt wird so verwendet, dass Massenherstellung dünner Platten erzielt werden kann.

[0030] Vorzugsweise ist bei der oben genannten Erfindung die oben genannte Schmelze ein Silicium enthaltendes Material.

[0031] Eine Solarzelle auf Grundlage der Erfindung wird mit einer dünnen Platte hergestellt, die durch die oben genannte Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte oder das oben genannte Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte hergestellt wurde. Bei einer Solarzelle, die mit einer dünnen Platte erstellt wird, die durch die oben genannte Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte oder das oben genannte Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte hergestellt wurde, ist es möglich, eine Verbesserung der Ausbeute bei Herstellschritten (Verbesserung des Effizienzprozentsatzes) und eine Verbesserung des Wandlungswirkungsgrads der Solarzelle zu erzielen.

[0032] Eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer anderen Erscheinungsform der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus gehaltenen Substrats in eine Schmelze, um dadurch auf der Oberfläche des oben genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der der Substrattransportmechanismus Folgendes aufweist: eine Substratbefestigungseinrichtung zum Befestigen des oben genannten Substrats; eine Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; eine Vertikalver-

stellposition-Steuer-einrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; und eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Neigen der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze.

[0033] Ferner weist oben genannte die Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung eine sich horizontal erstreckende Horizontalführungsschiene und eine Horizontalverstelleinheit, die entlang der Horizontalführungsschiene verstellbar vorhanden ist, auf; die Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung weist einen Vertikalführungsschaft, der vertikal verschiebbar in der oben genannten Horizontalverstelleinheit so gelagert ist, dass die oben genannte Substratbefestigungseinrichtung mit seinem unteren Ende verbunden ist, und eine Vertikalführungsschiene auf, die entlang der oben genannten Horizontalführungsschiene vorhanden ist, um die Verstellposition des oberen Endes des oben genannten Vertikalführungsschafts zu führen; und die oben genannte Substratneigeeinrichtung weist einen Neigungsführungsschaft, der vertikal verstellbar in der oben genannten Horizontalverstelleinheit so gelagert ist, dass die oben genannte Substratbefestigungseinrichtung mit seinem unteren Ende verbunden ist, und eine Neigungsführungsschiene auf, die entlang der oben genannten Horizontalführungsschiene vorhanden ist, um das obere Ende des oben genannten Neigungsführungsschafts zu führen.

[0034] Diese Konstruktion wird so verwendet, dass es möglich ist, den Vertikalführungsschaft und den Neigungsführungsschaft horizontal ohne spezielle Antriebe dadurch zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit entlang der Horizontalführungsschiene verstellt wird. Die Verstellrichtungen der oberen Enden des Vertikalführungsschafts und des Neigungsführungsschafts werden durch die Vertikalführungsschiene bzw. die Neigungsführungsschiene geführt, wodurch die Positionen des Vertikalführungsschafts und des Neigungsführungsschafts auf angetriebene Weise festgelegt werden können.

[0035] Demgemäß kann ein Substrattransportmechanismus eine Konstruktion verwenden, bei der nur die Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch die Konstruktion des Substrattransportmechanismus vereinfacht werden kann.

[0036] Eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß noch einer anderen Erscheinungsform der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus gehaltenen

Substrats in eine Schmelze, um dadurch auf der Oberfläche des oben genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der der Substrattransportmechanismus Folgendes aufweist: eine Substratbefestigungseinrichtung zum Befestigen des oben genannten Substrats; eine Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; eine Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; und eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Neigen der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze.

[0037] Ferner weist die oben genannte Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung eine sich horizontal erstreckende Horizontal/Vertikal-Führungsschiene und eine Horizontalverstelleinheit auf, die entlang der Horizontal/Vertikal-Führungsschiene verstellbar vorhanden ist; die Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung weist einen Vertikalführungsschaft mit einem mit der oben genannten Horizontalverstelleinheit verbundenen oberen Ende und einem mit der oben genannten Substratbefestigungseinheit verbundenen unteren Ende auf; die oben genannte Substratneigeeinrichtung weist einen Neigungsführungsschaft, der vertikal verschiebbar so gelagert ist, dass die oben genannte Substratbefestigungseinrichtung mit seinem unteren Ende verbunden ist; und eine Neigungsführungsschiene auf, die entlang der oben genannten Horizontal/Vertikal-Führungsschiene vorhanden ist, um das obere Ende des oben genannten Vertikalschafts zu führen.

[0038] Diese Konstruktion wird so verwendet, dass es möglich ist, den Vertikalführungsschaft und den Neigungsführungsschaft ohne spezielle Antriebe dadurch horizontal zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit entlang der Horizontal-/Vertikal-Führungsschiene verstellt wird. Ferner ist das obere Ende des Vertikalführungsschafts mit der Horizontalverstelleinheit verbunden, wodurch seine Position auf angetriebene Weise dadurch festgelegt werden kann, dass die Bahn der Horizontal/Vertikal-Führungsschiene gesteuert wird. Außerdem wird die Verstellrichtung des oberen Endes des Neigungsführungsschafts durch die Neigungsführungsschiene geführt, wodurch auch die Position des Neigungsführungsschafts auf angetriebene Weise festgelegt werden kann.

[0039] Demgemäß kann ein Substrattransportmechanismus eine Konstruktion verwenden, bei der nur die Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontal-

verstellposition-Steuer-einrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch die Konstruktion des Substrattransportmechanismus vereinfacht werden kann.

[0040] Eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer weiteren Erscheinungsform der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus gehaltenen Substrats in eine Schmelze, um dadurch auf der Oberfläche des oben genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der der Substrattransportmechanismus Folgendes aufweist: eine Substratbefestigungseinrichtung zum Befestigen des oben genannten Substrats; eine Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; eine Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; und eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Neigen der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze.

[0041] Ferner weist die oben genannte Horizontalverstellposition-Steuer-einrichtung eine sich horizontal erstreckende Horizontal/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene und eine Horizontalverstelleinheit, die entlang der Horizontalschiene verstellbar vorhanden ist, eine sich horizontal erstreckende Horizontal/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene und eine Horizontalverstelleinheit auf, die entlang der Horizontalschiene verstellbar vorhanden ist; die Vertikalverstellposition-Steuer-einrichtung weist einen Vertikalführungsschaft mit einem mit der oben genannten Horizontalverstelleinheit verbundenen oberen Ende und einem mit der oben genannten Substratbefestigungseinheit verbundenen unteren Ende auf; und die oben genannte Substratneigeeinrichtung weist einen Neigungsführungsschaft mit einem mit der oben genannten Horizontalverstelleinheit verbundenen oberen Ende und einem mit der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung verbundenen unteren Ende auf.

[0042] Diese Konstruktion wird so verwendet, dass es möglich ist, den Vertikalführungsschaft und den Neigungsführungsschaft ohne spezielle Antriebe dadurch horizontal zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit entlang der Horizontal-/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene verstellt wird. Ferner sind die oberen Enden des Vertikalführungsschafts und des Neigungsführungsschafts jeweils mit der Horizontalverstelleinheit verbunden, wodurch die Posi-

nen des Vertikalführungsschafts und des Neigungs-führungsschafts ebenfalls auf angetriebene Weise dadurch festgelegt werden können, dass die Bahn der Horizontal/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene gesteuert wird.

[0043] Demgemäß kann ein Substrattransportmechanismus eine Konstruktion verwenden, bei der nur die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch die Konstruktion des Substrattransportmechanismus vereinfacht werden kann.

[0044] Eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer weiteren Erscheinungsform der Erfindung ist eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus gehaltenen Substrats in eine Schmelze, um dadurch auf der Oberfläche des oben genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der der Substrattransportmechanismus Folgendes aufweist: eine Substratbefestigungseinrichtung zum Befestigen des oben genannten Substrats; eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; eine Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze; und eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der oben genannten Substratbefestigungseinrichtung zum Neigen der Oberfläche des oben genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze.

[0045] Ferner weist die oben genannte Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung eine sich horizontal erstreckende Horizontalführungsschiene und eine Horizontalverstelleinheit auf, die entlang der Horizontalschiene verstellbar vorhanden ist; die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung weist einen Vertikalführungsschaft, der vertikal verschiebbar in der oben genannten Horizontalverstelleinheit so gelagert ist, dass die oben genannte Substratbefestigungseinrichtung mit seinem unteren Ende verbunden ist, und eine Vertikal/Neigungs-Führungsschiene auf, die entlang der oben genannten Horizontalschiene vorhanden ist, um die Verstellposition des oberen Endes des oben genannten Vertikalführungsschafts zu führen; und die oben genannte Substratneigeeinrichtung weist einen Neigungsführungsschaft auf, der vertikal verschiebbar in der oben genannten Horizontalverstelleinheit so gelagert ist, dass die oben genannte Substratbefestigungseinrichtung mit seinem unteren Ende verbunden ist und die Verstellposition seines

oberen Endes durch die oben genannte Vertikal-/Neigungs-Führungsschiene geführt wird.

[0046] Diese Konstruktion wird so verwendet, dass es möglich ist, den Vertikalführungsschaft und den Neigungsführungsschaft ohne spezielle Antriebe dadurch horizontal zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit entlang der Horizontalführungsschiene verstellt wird. Ferner werden die Verstellrichtungen der oberen Enden des Vertikalführungsschafts und des Neigungsführungsschafts jeweils durch die Vertikal/Neigungs-Führungsschiene geführt, wodurch die Positionen des Vertikalführungsschafts und des Neigungsführungsschafts auf angetriebene Weise festgelegt werden können.

[0047] Demgemäß kann ein Substrattransportmechanismus eine Konstruktion verwenden, bei der nur die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch die Konstruktion des Substrattransportmechanismus vereinfacht werden kann.

[0048] Vorzugsweise verfügt bei der oben genannten Erfindung die Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte ferner über eine Substrattemperatur-Steuereinrichtung zum Steuern der Temperatur an der Oberfläche des oben genannten Substrats zum Herstellen einer dünnen Platte vor dem Eintauchen desselben in die oben genannte Schmelze. Diese Konstruktion wird so verwendet, dass es möglich ist, die Temperatur an der Oberfläche des Substrats zu optimieren, wenn auf deren Oberfläche eine dünne Platte hergestellt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0049] **Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt.

[0050] **Fig. 2** ist eine vergrößerte Ansicht eines Substrattransportmechanismus 1.

[0051] **Fig. 3** veranschaulicht teilweise einen Steuerblock der Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der ersten Ausführungsform.

[0052] **Fig. 4** ist ein schematisches Diagramm, das ein Verfahren zum Lösen einer gezüchteten dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium von einem Substrat 2 veranschaulicht.

[0053] **Fig. 5** ist ein schematisches Diagramm, das Bahnschritte des Substrats 2 zum Züchten der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium zeigt.

[0054] **Fig. 6** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

[0055] **Fig. 7** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer dritten Aus-

föhrungsform zeigt.

[0056] **Fig. 8** veranschaulicht Tropfhöhen, Ausbeuten von Solarzellen-Prototypen und Solarzellen-Wirkungsgrade von Solarzellen-Prototypen, die mit dünnen Platten 3 aus polykristallinem Silicium gemäß der ersten bis vierten Ausführungsform sowie einer hintergrundbildenden Technik hergestellt wurden.

[0057] **Fig. 9** ist ein schematisches Diagramm, das einen vierten und einen fünften Schritt bei den Bahnschritten eines Substrats 2 zum Züchten einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium bei einer sechsten Ausführungsform zeigt.

[0058] **Fig. 10** veranschaulicht eine Anzahl von Projektionen, Ausbeuten von Solarzellen-Prototypen und Solarzellen-Wirkungsgrade von Solarzellen-Prototypen, die mit der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium gemäß der sechsten Ausführungsform hergestellt wurden.

[0059] **Fig. 11** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer achten Ausführungsform zeigt.

[0060] **Fig. 12** ist eine vergrößerte Ansicht eines Substrattransportmechanismus 1 bei der achten Ausführungsform.

[0061] **Fig. 13** veranschaulicht die Bahn des Substrattransportmechanismus 1 bei der achten Ausführungsform.

[0062] **Fig. 14** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer neunten Ausführungsform zeigt.

[0063] **Fig. 15** veranschaulicht die Bahn des Substrattransportmechanismus 1 bei der neunten Ausführungsform.

[0064] **Fig. 16** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer zehnten Ausführungsform zeigt.

[0065] **Fig. 17** veranschaulicht die Zuföhrbahn des Substrattransportmechanismus 1 bei der zehnten Ausführungsform.

[0066] **Fig. 18** veranschaulicht die Rückföhrbahn des Substrattransportmechanismus 1 bei der zehnten Ausführungsform.

[0067] **Fig. 19** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer elften Ausführungsform zeigt.

[0068] **Fig. 20** veranschaulicht die Bahn des Substrattransportmechanismus 1 bei der elften Ausführungsform.

[0069] **Fig. 21** veranschaulicht schematisch die Konstruktion einer in einer hintergrundbildenden Technik offenbarten "Vorrichtung zum Herstellen einer Kristallplatte".

Beste Arten zum Ausföhren der Erfindung

[0070] Die **Fig. 21** zeigt eine "Vorrichtung zum Her-

stellen einer Kristallplatte" als hintergrundbildende Technik zur Erfindung. Bei der Konstruktion dieser "Vorrichtung zum Herstellen einer Kristallplatte" werden mehrere Substrate 14 durch einen Polygonrotor 12 geföhrt, sie werden rotierend von einer Seite her in eine Schmelze 6 eingetaucht, sie werden von der anderen Seite der Schmelze 6 entnommen, und sie werden aus dem System ausgegeben. Die Substrate 14 sind durch einen Substratkoppler 15 in Raupenform miteinander gekoppelt. Eine Drehwelle 13 wird durch einen nicht dargestellten Drehantriebsmechanismus drehend mit einer vorgegebenen Drehzahl gesteuert, so dass die Substrate 14 aufeinanderfolgend in die Schmelze 6 geföhrt und dann ausgegeben werden. Die Schmelze 6 ist in einem Tiegel 5 mit einem Heizer 4 aufgenommen.

[0071] Mit der diese Konstruktion aufweisenden "Vorrichtung zum Herstellen einer Kristallplatte" ist es möglich, Kristallplatten in Form ebener, nicht eingeschlagener, flacher, dünner Platten ohne Krümmung auf den Substraten 14 dadurch erstarren zu lassen/züchten, dass die flachen Substrate 14 unter Föhrung durch den Polygonrotor 12 eingetaucht werden. Ferner ist es möglich, die Kristallplatten dadurch den Substraten 14 kontinuierlich zu entnehmen, dass der Polygonrotor 12 kontinuierlich gedreht wird.

[0072] Bei der "Vorrichtung und dem Verfahren zum Herstellen einer Kristallplatte" bei der oben genannten hintergrundbildenden Technik ist jedoch die Bewegung der Substrate 14 auf eine Drehbewegung beschränkt. Daher ist es schwierig, die Züchtungsbedingungen zum Züchten der dünnen Platten auf den Substraten 11 zu kontrollieren.

[0073] Zum Beispiel können eine Horizontal- und eine Vertikal-Laufgeschwindigkeit der Substrate 14 nicht gesondert eingestellt werden. Demgemäß kann ein Eintauchwinkel zum Eintauchen der Substrate 14 in die Schmelze 6 nicht wahlfrei eingestellt werden. Ferner kann eine Bahn zum Fortbewegen der Substrate 14 durch die Schmelze 6 nicht wahlfrei eingestellt werden. Insbesondere kann der Austrittswinkel der aus der Schmelze 6 austretenden Substrate 14 nicht wahlfrei eingestellt werden.

[0074] Demgemäß können Bedingungen zum Züchten der dünnen Platten auf den Substraten 14 und Steuerbedingungen für die Korrelation zwischen den dünnen Platten und der Schmelze 6 beim Austreten der Substrate 14 aus der Schmelze 6 nicht wahlfrei eingestellt werden, und demgemäß ist es schwierig, die Form der dünner Platten zu optimieren. Insbesondere ist es auf diese Weise schwierig, das Hochkriechen des Meniskus an den dünnen Platten zu kontrollieren, wenn diese aus der Schmelze austreten, so dass die Ausbildung von Flüssigkeitsansammlungen in den Enden der dünnen Platten in nachteiliger Weise zu einer Formbeeinträchtigung derselben föhrt.

[0075] Ferner kann die Bewegung der Substrate 14 nicht frei eingestellt werden, bevor sie in die Schmelze 6 eingetaucht werden oder nachdem sie aus die-

ser ausgetreten sind. Demgemäß kann eine Position zum Trennen/Abnehmen der dünnen Platten von den Substraten 14 oder eine Position zum Befestigen/Lösen der Substrate 14 nicht wahlfrei eingestellt werden, sondern dieser Vorgang muss unvermeidlich an einer Position über der Schmelze 6 ausgeführt werden. Daher wird ein Teil eines mechanischen Mechanismus zum Ausführen des genannten Vorgangs leicht durch Strahlung oder Transport von der Schmelze 6, vom Tiegel 5 oder vom Heizer 4 thermisch beeinflusst, so dass es schwierig ist, diesen Teil des Mechanismus zu konstruieren, und es schwierig ist, die Massenherstellung zu verbessern. [0076] Demgemäß zeigen die "Vorrichtung und das Verfahren zum Herstellen einer Kristallplatte" gemäß der oben genannten hintergrundbildenden Technik, mit denen flache, dünne Platten erhalten werden können, Probleme dahingehend, dass es wegen der Drehbewegung der Substrate 14 schwierig ist, die Form der dünnen Platte zu optimieren und es auch schwierig ist, die Massenherstellung zu verbessern. [0077] Nun werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Substrate und Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß jeweiligen Ausführungsformen der Erfindung zum Lösen der oben genannten Probleme beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0078] Als Erstes werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 beschrieben. Die Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion der Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt, und die Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht eines Substrattransportmechanismus 1, der später beschrieben wird.

Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte

[0079] Nun wird die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschrieben. Diese Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte liegt mit einer solchen Konstruktion vor, dass ein Substrat in zwei Richtungen, nämlich einer Horizontalrichtung 104 und einer Vertikalrichtung 105, verstellbar ist. Diese Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte verfügt über den Substrattransportmechanismus 1, der so vorhanden ist, dass er entlang einer horizontalen Verstellachse 8 in der horizontalen Richtung 104 verstellbar ist. Die Horizontalverstellachse 8 verfügt über eine gerade Schiene, und ein Horizontalverstellmotor in einer Einheit 103 (siehe die Fig. 2, die später beschrieben wird), die im Substrattransportmechanismus 1 vorhanden ist, wird so verwendet, dass der Substrattransportmechanismus 1 und ein durch die-

sen gehaltenes Substrat 2 in der horizontalen Richtung 104 frei beweglich sind.

[0080] Die Horizontalverstellachse 8 ist so vorhanden, dass sie entlang einer Vertikalverstellachse 9 verstellbar ist. Die Horizontalverstellachse 8 ist mit einem Vertikalverstellmotor 7 gekoppelt. Es ist möglich, die mit dem Vertikalverstellmotor 7 gekoppelte Horizontalverstellachse 8, den an dieser vorhandenen Substrattransportmechanismus 1 und das durch diesen gehaltene Substrat 2 dadurch in der vertikalen Richtung 105 frei zu verstellen, dass die Vertikalverstellachse 8 durch eine gerade Zahnschiene gebildet wird und der Vertikalverstellmotor 7 betrieben wird. Demgemäß kann sich das Substrat 2 frei in einer durch die Horizontalverstellachse 8 und die Vertikalverstellachse 9 gebildeten Ebene bewegen. Für die Bewegung ist es auch möglich, die Horizontalverstellachse 8 und/oder die Vertikalverstellachse 9 als Mechanismen, wie Kugelumlaufspindeln, zu betreiben.

[0081] Unter der Horizontalverstellachse 8 sind ein Tiegel 5 zum Aufnehmen einer Schmelze 6 sowie ein Heizmechanismus 4 zum Beheizen der Schmelze 6 angeordnet. Über der Schmelze 6 ist ein Wärmeabschirmmechanismus 10 angeordnet, um ein Substratbefestigungselement 101 (das später beschrieben wird) und die Einheit 103 (die später beschrieben wird) gegen die Schmelze 6 zu isolieren. Für diesen Wärmeabschirmmechanismus 10 wird eine Vorrichtung oder ein Element verwendet, das über gute Wärmeisoliereigenschaften verfügt, wie eine wassergekühlte Metallplatte oder eine wärmebeständige Isolierplatte. So ist es möglich, eine thermische Störung des Mechanismus, die sich aus einer thermischen Auswirkung auf das Substratbefestigungselement 101 (wird später beschrieben) und die Einheit 103 (wird später beschrieben) ergibt, oder einen Genauigkeitsverlust auf Grundlage einer Linearitätsbeeinträchtigung der Horizontalverstellachse 8, die sich aus einer Wärmeausdehnung ergibt, zu vermeiden.

(Detaillierte Konstruktion des Substrattransportmechanismus 1)

[0082] Nun wird unter Bezugnahme auf die Fig. 2 die Konstruktion des Substrattransportmechanismus 1 detailliert beschrieben. Gemäß dieser Ausführungsform sind mit der Einheit 103 mit einem Horizontalverstellmotor und einem Neigungsmotor im Substrattransportmechanismus 1 zwei Substratneigungsachsen 102 verbunden. Die zwei Substratneigungsachsen 102 werden jeweils unabhängig vertikal verstellt (in durch Pfeile 106 in der Fig. 2 dargestellten Richtungen), so dass das mit ihren unteren Teilen verbundene Substratbefestigungselement 110 geneigt werden kann.

[0083] Diese Ausführungsform verwendet einen Mechanismus, der für einen wechselseitigen Eingriff durch konkav-konvexe Formen sorgt, als Befestigungs/Löse-Mechanismus für das Substrat 2 und das Substratbefestigungselement 101. Alternativ ist

für diesen Mechanismus eine andere gut bekannte Befestigungs/Löse-Funktion anwendbar. Um das Substrat 2 am Substratbefestigungselement 102 zu befestigen oder um es von ihm zu lösen, wird der Befestigungs/Löse-Mechanismus (nicht dargestellt) an eine vom Heizmechanismus 4 getrennte Position eingestellt.

[0084] Das Substrat 2 besteht wünschenswerterweise aus Kohlenstoff, SiC oder einem Metall mit hohem Schmelzpunkt oder einem Material, das dadurch hergestellt wurde, dass dieses Material mit einem anderen Material als Material mit hervorragender Wärmebeständigkeit aufgetragen wurde, ohne dass dadurch eine gezüchtete dünne Platte 3 verunreinigt würde. Bei dieser Ausführungsform wurde ein Kohlenstoffsubstrat verwendet. Ferner wurde die Oberfläche des Substrats 2 zum Züchten der dünnen Platte 3 eingeebnet. Jedoch muss diese Ebene nicht notwendigerweise vollständig glatt sein, und sie kann speziell geformt sein.

[0085] Außerdem kann die dünne Platte 3, die aus der Schmelze 6 erstarrte/gezüchtet wurde, einen einkristallinen Zustand, einen polykristallinen Zustand, einen amorphen Zustand oder einen kristallinen Zustand einer Substanz zeigen, die kristalline und amorphe Zustände auf gemischte Weise zeigt, was von Bedingungen wie der Temperatur abhängt.

[0086] Es ist möglich, für die Schmelze 6 ein Halbleitermaterial wie Silicium, Germanium, Gallium, Arsen, Indium, Phosphor, Bor, Antimon, Zink oder Zinn oder ein metallisches Material wie Aluminium, Nickel oder Eisen zu verwenden.

Steuerung der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte und Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte

[0087] Um den Substrattransportmechanismus 1 zu betreiben, überträgt ein PC 200 verschiedene Betriebsmuster an einen Horizontalverstellmotor 201, den Vertikalverstellmotor 7 und einen Neigungsmotor 202, um diese Motoren jeweils unabhängig zu steuern, wie es in der Fig. 3 dargestellt ist. Die Betriebsmuster für den Horizontalverstellmotor 201, den Vertikalverstellmotor 7 und den Neigungsmotor 202 werden entsprechend Parametern wie der Zeit und der Temperatur automatisch oder von Hand geschaltet. So ist es möglich, die Bahn des Substrats 2 so zu steuern, dass diese Aufgabe dadurch gelöst wird, dass der Horizontalverstellmotor 201, der Vertikalverstellmotor 7 und der Neigungsmotor 202 jeweils unabhängig gesteuert werden. Ferner ist es auch möglich, eine Steuerung auszuwählen, bei der nur eine Horizontalbewegung (ohne Vertikalbewegung oder Neigung) innerhalb eines Intervalls ausgeführt wird, das unmittelbar vor dem Vorgang des Eintauchens des Substrats in die Schmelze 6 liegt, sowie einem Intervall, das unmittelbar auf den Vorgang des Eintauchens des Substrats 2 in die Schmelze 6 folgt.

[0088] Nun werden die Steuerung der Vorrichtung

1000 zum Herstellen einer dünnen Platte und das Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte unter Bezugnahme auf den Fall beschrieben, dass als Schmelze 6 zum Herstellen der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium eine Siliciumschmelze verwendet wird. Gemäß der Fig. 1 wird das Substrat 2 an einer von der Siliciumschmelze 6 getrennten Position am Substrattransportmechanismus 1 befestigt. Dann wird der Horizontalverstellmotor 201 betrieben, um das Substrat 2 durch den Substrattransportmechanismus 1 an eine Position unmittelbar über der Siliciumschmelze 6 zu transportieren, und der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 werden jeweils unabhängig betrieben, um dadurch das Substrat mit einer wahlfreien Bahn zu versehen und es in die Siliciumschmelze 6 einzutauchen. Dann wird das Substrat 2 der Siliciumschmelze 6 entnommen, um dadurch die dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium auf das Substrat 2 aufzuwachsen. Wenn das Substrat 2 in die Siliciumschmelze 6 eingetaucht und aus ihr heraus genommen wird, werden der Neigungsmotor 202, der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 jeweils unabhängig angesteuert, um das Substrat 2 mit einer vorgegebenen Neigung zu versehen.

[0089] Danach werden der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 dazu verwendet, das Substrat 2 mit der darauf aufgewachsenen dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium an eine von der Siliciumschmelze 6 getrennte Position zu transportieren. Danach wird das Substrat 2 vom Substrattransportmechanismus 1 gelöst, um die gezüchtete dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Substrat 2 zu erhalten.

[0090] Um die gezüchtete dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Substrat 2 zu lösen, ohne das Substrat 2 vom Substrattransportmechanismus 1 zu lösen, transportiert dieser das Substrat 2 auf einen Tisch 16 mit mehreren Sauglöchern 16a, um die dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium durch diese mit Unterdruck anzusaugen, wie es in der Fig. 4 dargestellt ist. Danach verstellt ein am Tisch 16 vorhandener Arm 16b denselben, der die dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium ansaugt/hält, an eine Lagerposition für dünne Platten oder einen externen Ausgabemechanismus zum Lösen der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Tisch 16. Gleichzeitig mit dem Verstellen des Substrattransportmechanismus 1 wird eine Reihe von Vorgängen zum Lösen der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium ausgeführt.

Bahnschritt des Substrats 2

[0091] Nun werden unter Bezugnahme auf die Fig. 5 spezielle Bahnschritte des Substrats 2 zum Züchten der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium bei dieser Ausführungsform beschrieben.

[0092] Erster Schritt: Der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 werden so ge-

steuert, dass das Substrat 2 an eine Position um 10 mm unmittelbar über dem Niveau der Siliciumschmelze 6 bewegt wird. Dabei wird die Neigung (der Winkel in Bezug auf eine Horizontalebene) des Substrats 2 horizontal eingestellt.

[0093] Zweiter Schritt: Der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 werden so gesteuert, dass die Horizontal- und die Vertikal-Laufgeschwindigkeit konstant sind (100 mm/Sek. bzw. 50 mm/Sek.), nachdem das Vorderende des Substrats 2 einzutauchen begann, und bevor es um 20 mm gegenüber dem Niveau der Siliciumschmelze 6 eingetaucht ist. Die Neigung des Substrats 2 (konstant) wird horizontal gehalten.

[0094] Dritter Schritt: Der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 werden so gesteuert, dass die Horizontal-Laufgeschwindigkeit 500 mm/Sek. erreicht und die Vertikal-Laufgeschwindigkeit 0 mm/Sek. erreicht, wenn das Substrat 2 um 20 mm gegenüber dem Niveau der Siliciumschmelze 6 eingetaucht ist, um das Substrat 2 um 10 mm horizontal zu bewegen.

[0095] Vierter Schritt: Dann wird der Neigungsmotor 202 so gesteuert, dass die Laufrichtungsseite des Substrats 2 nach oben zeigt und seine Neigung 10° erreicht. Der Horizontalverstellmotor 201 und der Vertikalverstellmotor 7 werden so gesteuert, dass die Horizontal- und die Vertikal-Laufgeschwindigkeit konstant sind (100 mm/Sek. bzw. 10 mm/Sek.), um das Substrat 2 der Siliciumschmelze 6 zu entnehmen.

[0096] Fünfter Schritt: Der Neigungsmotor 202 wird so gesteuert, dass die Neigung des Substrats 45° erreicht, wenn das Ende desselben austritt. Danach wird der Vertikalverstellmotor 7 so gesteuert, dass er das Substrat 2 mit 100 mm/Sek. um 30 mm vertikal verstellt.

[0097] Sechster Schritt: Dann wird der Neigungsmotor 202 so gesteuert, dass er das Substrat 2 in einen horizontalen Zustand zurückstellt, und der Horizontalverstellmotor 201 wird so gesteuert, dass das Substrat 2 in eine Entnahmeposition transportiert wird.

[0098] Die Größe des Substrats 2 beträgt 100 mm² und die Zeit zum Eintauchen desselben in die Siliciumschmelze 6 beträgt ungefähr 4 Sekunden. Die Zeit zum Befestigen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus 1 betrug ungefähr 5 Sekunden, die Zeit zum Verstellen desselben von der Befestigungsposition zur einer Tauchposition betrug 3 Sekunden, die Tauchzeit betrug 4 Sekunden, die Zeit zum Verstellen des Substrats 2 zur Entnahmeposition betrug 3 Sekunden, die Zeit zum Lösen des Substrats 2 vom Substrattransportmechanismus 1 betrug ungefähr 5 Sekunden, und die Zeit zum Zurückstellen des Substrattransportmechanismus 1 von der Entnahmeposition zur Befestigungsposition betrug 9 Sekunden. Demgemäß beträgt die für eine Reihe von Schritten erforderliche Zeit ungefähr 29 Sekunden (5 Sekunden + 3 Sekunden + 4 Sekunden + 3 Sekunden + 5 Sekunden + 9 Sekunden). Jedoch kann die Zurück-

stellzeit mittels einer Vorrichtung verkürzt werden, bei der die Substratbefestigungsposition und die Löseposition identisch eingestellt werden oder ein Substratbefestigungsmechanismus und ein Substratlösemechanismus zu beiden Seiten des Heizmechanismus 4 angebracht werden, so dass die für die Reihe von Schritten erforderliche Zeit ungefähr 20 Sekunden beträgt.

Funktionen/Wirkungen

[0099] Hinsichtlich der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium, die mit der Vorrichtung und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform, wie es oben beschrieben ist, hergestellt wurde, war es möglich, ein Abtropfen auf ungefähr 4 mm Höhe, wie am Ende derselben bei einem herkömmlichen Herstellverfahren ausgebildet, auf ungefähr 1 mm zu verringern. Dies, da der Winkel zwischen dem Substrat 2 und der Siliciumschmelze 6 erhöht wurde, wenn das Substrat 2 der Siliciumschmelze 6 entnommen wurde, so dass die Siliciumschmelze 6 leicht herunter floss und die Abtropfmenge verringert war.

[0100] Daher ist es möglich, die Bahn des Substrats 2 in der durch die Horizontalverstellachse 8 und die Vertikalverstellachse 9 gebildeten Ebene dadurch frei einzustellen, dass der Horizontalverstellmotor 201, der Vertikalverstellmotor 7 und der Neigungsmotor 202 jeweils unabhängig gesteuert werden, wie oben beschrieben. Ferner ist es möglich, die Korrelation (den Winkel) zwischen der Oberfläche des Substrats 2 und dem Niveau der Siliciumschmelze 6 dadurch zu kontrollieren, dass die zwei Substratneigungsachsen 102 mit dem Neigungsmotor 202 kontrolliert werden, so dass die Neigung des Substrats 2 unabhängig steuerbar ist, wodurch die Neigung des Substrats 2 in Bezug auf die Oberfläche der Siliciumschmelze 6 optimiert werden kann, wenn das Substrat 2 aus der Siliciumschmelze 6 austritt.

[0101] Demgemäß wird die Korrelation zwischen dem Substrat 2 (und der auf diesem gezüchteten dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium) und der Siliciumschmelze 6 so optimiert, dass es möglich ist, eine Verbesserung der Qualität der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium, eine Verbesserung der Form derselben und eine Verbesserung der Massenerstellbarkeit derselben zu erzielen.

[0102] Ferner verwendet der Substrattransportmechanismus 1 eine Konstruktion, mit der das Substrat 2 an ihm befestigt/von ihm gelöst werden kann, wodurch es möglich ist, ihn dauernd zu verwenden, während nur das Substrat 2 ausgetauscht wird, wenn die Beständigkeit desselben endlich ist, so dass es nicht erforderlich ist, den gesamten Substrattransportmechanismus 1 auszutauschen, sondern es möglich ist, einen Anstieg der Arbeit, der Zeit und der Kosten zu verhindern.

[0103] Außerdem kann das Substrat 2 in einer anderen Position als der über dem Tiegel 5 am Subst-

rattransportmechanismus 1 befestigt/von ihm gelöst werden, wodurch es möglich ist, einen schlechten thermischen Einfluss wie eine thermische Zerstörung des Substrat-Befestigungs/Löse-Mechanismus 1, die sich aus der Wärmeübertragung vom Tiegel 5 auf ihn ergibt, oder die Möglichkeit eines Genauigkeitsverlustes, der sich aus einer Wärmeausdehnung ergibt, zu vermeiden.

[0104] Wenn eine Massenherstellung mit kontinuierlichem Herstellen dünner Platten 3 aus polykristallinem Silicium in Betracht gezogen wird, ist es möglich, auf einfache Weise ein Bewegungsmuster und ein Neigungsmuster für das Substrat 2 auf zeitlich optimale Muster gegenüber solchen Faktoren einzustellen, dass sich die Menge der Siliciumschmelze 6 (die Absolutposition der Höhe der Schmelze oder dergleichen) zeitlich ändert und sich die Vorrichtungsumgebung zeitlich ändert, was z. B. dadurch erfolgt, dass die Vorrichtung das Befestigen/Lösen unabhängig von der Bewegung und der Neigung des Substrats 2 abhängig von einer Alterung desselben kontrollieren kann, um es zu befestigen/lösen.

Zweite Ausführungsform

[0105] Nun werden unter Bezugnahme auf die Fig. 6 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Fig. 6 ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt.

[0106] Die Grundkonstruktion der Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform ist identisch mit der der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der ersten Ausführungsform. Die Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte unterscheidet sich von der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte in demjenigen Punkt, dass sie nur eine dünne Platte 3 von einem Substrat 2 trennt und gewinnt, ohne dass das Substrat 2 an einem Substrattransportmechanismus 1 befestigt und von ihm gelöst würde. Daher ist die Konstruktion der Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte im Wesentlichen identisch mit der der oben genannten Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte, und demgemäß sind in der Fig. 6 identische Teile mit denselben Bezugswerten gekennzeichnet, und hinsichtlich der Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte wird keine redundante Beschreibung wiederholt. Auch ist die Detailkonstruktion des Substrattransportmechanismus 1 identisch mit der desjenigen, der bei der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte angewandt ist, und demgemäß wird keine redundante Beschreibung wiederholt.

[0107] Gemäß dieser Ausführungsform wurde die dünne Platte 3 durch eine Reihe der folgenden Vorgänge hergestellt: Transportieren des am Substrattransportmechanismus 1 befestigten Substrats 2 an

eine Position unmittelbar über einer Schmelze 6, Eintauchen des Substrats 2 in diese entlang einer wahlfreien Bahn, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform. Anschließendes Entnehmen des Substrats 2 aus der Schmelze 6, um dadurch die dünne Platte 3 auf es aufzuwachsen, Transportieren des Substrats 2 und der dünnen Platte 3 an eine Entnahmeposition, und Lösen nur der dünnen Platte 3 vom Substrat 2.

Steuerung der Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte und Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte

[0108] Die Steuerung der Vorrichtung 2000 zum Herstellen einer dünnen Platte und das Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte sind grundsätzlich mit der Steuerung der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte identisch, und es wurde eine dünne Platte aus polykristallinem Silicium hergestellt. Auch sind Bahnschritte für das Substrat 2, ähnlich den unter Bezugnahme auf die Fig. 5 beschriebenen Schritten, während ein Schritt des Trennens und Gewinnens nur der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Substrat 2 ohne Befestigen und Lösen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus 1 bzw. von diesem verschieden ist.

[0109] Daher war zum Befestigen und Lösen des Substrats 2 keine Zeit erforderlich, während die Eintauchzeit ungefähr 4 Sekunden betrug, die Verstellzeit zum Transportieren des Substrats zur Entnahmeposition 3 Sekunden betrug, die Zeit zum Lösen der dünnen Platte 3 vom Substrat 2 5 Sekunden betrug und die Rückstellzeit von der Löseposition zur Tauchposition 6 Sekunden betrug. Daher beträgt die für die Reihe von Schritten erforderliche Zeit ungefähr 18 Sekunden (4 Sekunden + 3 Sekunden + 5 Sekunden + 6 Sekunden).

Funktionen/Wirkungen

[0110] Mit der Vorrichtung und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben wurde, können Funktionen/Wirkungen ähnlich denen bei der oben genannten ersten Ausführungsform erzielt werden. Ferner wird der Schritt des Lösens und Rückgewinnens nur der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Substrat 2 ohne Befestigen und Lösen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus 1 bzw. von diesem so verwendet, dass zum Befestigen und Lösen des Substrats 2 keine Zeit erforderlich ist, sondern es möglich ist, die Herstellzeit für die dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium zu verkürzen.

Dritte Ausführungsform

[0111] Nun werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Fig. 7

beschrieben. Die Fig. 7 ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung 3000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt. Die Vorrichtung 3000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform ist eine Konstruktion, die ein Substrat 2 frei in einem dreidimensionalen Raum mit einer horizontalen und einer vertikalen Richtung verstellen kann. Teile, die mit solchen der oben genannten Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte identisch sind, sind mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und eine redundante Beschreibung wird nicht wiederholt. Ein Mechanismus ähnlich dem in der Fig. 2 dargestellten Mechanismus, der unter Bezugnahme auf die erste Ausführungsform beschrieben wurde, wird auch als Neigungsmechanismus verwendet, der am Vorderende eines Substrattransportmechanismus 11 vom Typ mit freiem Arm vorhanden ist, um das Substrat 2 zu neigen, und demgemäß wird keine redundante Beschreibung wiederholt.

[0112] Der Substrattransportmechanismus 11 bei dieser Ausführungsform verfügt über einen Teleskoparm 112 mit einem Teleskopmechanismus, um mit diesem Teleskoparm 112 eine Horizontalbewegung des Substrats 2 mit hoher Geschwindigkeit und über einen großen Bereich zu ermöglichen. Es ist möglich, den Teleskoparm 112 im dreidimensionalen Raum dadurch frei zu verstellen, dass er auf seiner Halteseite mit einem Armbetriebsmechanismus (nicht dargestellt) kombiniert wird.

[0113] Die Neigung des Substrats 2 sowie vertikale und horizontale Feinverstellungen sind mittels eines Gelenks ausführbar, das an einer Zwischenposition des Teleskoparms 112 vorhanden ist, sowie eines Gelenks zwischen einem Substratneigemotor 111 am Vorderende des Teleskoparms 112 und diesem. Ferner ist es möglich, die Neigung des Substrats durch das Betätigen einer Substratneigechse, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, einzustellen.

[0114] Der Wärmeabschirmmechanismus 10 wird wünschenswerterweise über einem Heizmechanismus 4, einem Tiegel 5 und einer Schmelze 6 eingestellt, um eine Wärmeübertragung zu einem Substratbefestigungselement 101 zum Substratneigungsmotor 111 zu verhindern, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform. Für den Wärmeabschirmmechanismus 10 wird, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, eine wassergekühlte Metallplatte oder eine wärmebeständige Isolierplatte verwendet. So ist es möglich, eine thermische Zerstörung des Mechanismus zu vermeiden, die sich aus einem thermischen Effekt auf das Substratbefestigungselement 101, den Substratneigungsmotor 111 und den Teleskoparm 112 ergibt, oder einen Genauigkeitsverlust auf Grundlage einer Linearitätsbeeinträchtigung einer Horizontalverstellachse 8, die sich aus einer Wärmeausdehnung ergibt, zu vermeiden.

[0115] Eine Position zum Befestigen oder Lösen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus

11 bzw. von diesem wird wünschenswerterweise in der Nähe des Bodens des Teleskoparms 112 eingestellt, um die Länge desselben nicht über das erforderliche Maß hinaus zu erhöhen. Bei dieser Ausführungsform war daher ein Mechanismus zum Befestigen/Lösen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus 11 bzw. von diesem am Boden des Teleskoparms 112 vorhanden.

Steuerung der Vorrichtung 3000 zum Herstellen einer dünnen Platte und Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte

[0116] Die Steuerung der Vorrichtung 3000 zum Herstellen einer dünnen Platte und das Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte sind im Wesentlichen identisch mit der Steuerung der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, und es wurde eine dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium hergestellt. Auch sind Bahnschritte des Substrats 2 ähnlich den unter Bezugnahme auf die Fig. 5 beschriebenen Schritten.

[0117] Im Fall dieser Ausführungsform betrug die Zeit zum Befestigen des Substrats 2 ungefähr 5 Sekunden, die Zeit zum Verstellen des Substrats 2 von einer Befestigungs/Löse-Position in eine Position zum Eintauchen desselben in eine Siliciumschmelze 6 betrug 3 Sekunden, die Tauchzeit betrug 4 Sekunden, die Rückstellzeit für das Substrat 2 zur Befestigungs-/Löse-Position betrug 6 Sekunden und die Zeit zum Lösen des Substrats 2 betrug ungefähr 5 Sekunden. Daher beträgt die für die Reihe von Schritten erforderliche Zeit ungefähr 23 Sekunden (5 Sekunden + 3 Sekunden + 4 Sekunden + 6 Sekunden + 5 Sekunden).

Funktionen/Wirkungen

[0118] Mit der Vorrichtung und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben ist, können ähnliche Funktionen/Wirkungen wie bei der oben genannten ersten Ausführungsform erzielt werden.

Vierte Ausführungsform

[0119] Nun werden eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Grundkonstruktion der Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte ist identisch mit der der Vorrichtung 3000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der in der Fig. 7 dargestellten dritten Ausführungsform. Der von der dritten Ausführungsform verschiedene Punkt besteht darin, dass nur eine dünne Platte 3 von einem Substrat 2 getrennt und gewonnen wird, ohne dass das Substrat 2 an einem Substrattransportmechanismus 1 befestigt und von diesem gelöst würde.

[0120] Gemäß dieser Ausführungsform wurde eine

dünne Platte 3 mittels einer Reihe der folgenden Vorgänge hergestellt: Transportieren des am Substrattransportmechanismus 1 befestigten Substrats 2 an eine Position unmittelbar über einer Schmelze 6, Eintauchen des Substrats 2 in die Schmelze 6 entlang einer wahlfreien Bahn, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, anschließendes Entnehmen desselben aus der Schmelze 6, um dadurch die dünne Platte 3 auf das Substrat aufzuwachsen, Transportieren des Substrats 2 und der dünnen Platte 3 an eine Entnahmeposition, und Lösen nur der dünnen Platte 3 vom Substrat 2.

Steuerung der Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte und Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte

[0121] Die Steuerung der Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte und das Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte sind im Wesentlichen identisch mit der Steuerung der Vorrichtung 3000 zum Herstellen einer dünnen Platte und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, und es wurde eine dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium hergestellt. Auch sind Bahnschritte für das Substrat 2 ähnlich den unter Bezugnahme auf die Fig. 5 beschriebenen Schritten, während ein Schritt zum Trennen und Gewinnen nur der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Substrat 2 ohne Befestigen und Lösen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus 1 bzw. von diesem verschieden ist.

[0122] Daher war zum Befestigen und Lösen des Substrats 2 keine Zeit erforderlich, während die Zeit zum Verstellen des Substrats 2 von einer Befestigungs/Löse-Position zu einer Tauchposition für dasselbe ungefähr 3 Sekunden betrug, die Tauchzeit für das Substrat 2 ungefähr 4 Sekunden betrug, die Rückstellzeit für das Substrat 2 in die Befestigungs/Löse-Position ungefähr 6 Sekunden betrug und die Zeit zum Lösen der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium ungefähr 5 Sekunden betrug. Daher beträgt die für die Reihe von Schritten erforderliche Zeit ungefähr 18 Sekunden (3 Sekunden + 4 Sekunden + 6 Sekunden + 5 Sekunden).

Funktionen/Wirkungen

[0123] Mit einer Vorrichtung und einem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben wurde, können Funktionen/Wirkungen ähnlich wie diejenigen bei der oben genannten dritten Ausführungsform erzielt werden. Ferner wird der Schritt des Lösens und Gewinnens nur der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium vom Substrat 2 ohne Befestigen und Lösen des Substrats 2 am Substrattransportmechanismus 1 bzw. von diesem so verwendet, dass keine Zeit zum Befestigen und Lösen des Substrats 2 erforderlich ist, sondern es möglich ist, die Herstellzeit für die dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium zu

verkürzen.

Fünfte Ausführungsform

[0124] Solarzellen wurden als Prototyp mit dünnen Siliciumplatten hergestellt, die gemäß den Vorrichtungen und den Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, wie sie bei den obigen Ausführungsformen 1 bis 5 beschrieben sind, und einer Vorrichtung und einem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß einer in der Fig. 11 dargestellten hintergrundbildenden Technik hergestellt wurden.

[0125] An den dünnen Siliciumplatten ausgeführte Prototypprozesse sind ein erster Prozess: Reinigen, ein zweiter Prozess: Texturätzen, ein dritter Prozess: P-Diffusion, vierter Prozess: Rückseitenätzen, fünfter Prozess: Antireflexionsbeschichtung, 6. Prozess: Herstellen einer Rückseitelektrode, siebter Prozess: Herstellen einer Vorderseitelektrode sowie achter Prozess: Anbringen einer Zuleitung.

[0126] Bei der in der Fig. 11 dargestellten Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der hintergrundbildenden Technik bestand ein Substrat 14 aus Kohlenstoff. Die Oberfläche des Substrats 14 zum Züchten einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium wurde eingeebnet. Für den Herstellprozess wurde das Substrat auf 100 mm² eingestellt, und ein Polygonrotor 12 wurde so konzipiert, dass der Abstand zwischen seinen Oberflächen und dem Substrat 14 (der Kreiselradius des Substratzentrums) 400 mm betrug.

[0127] Hinsichtlich Tauchbedingungen für das Substrat 14 wurde die maximale Tauchtiefe auf 20 mm eingestellt, und die Tauchzeit wurde auf 4 Sekunden eingestellt, um eine Annäherung an die Bedingungen der Tauchtiefe (20 mm) und der Tauchzeit (4 Sekunden) zu erzielen, wie sie für jede der oben genannten Ausführungsformen beschrieben wurden. Das Substrat 14 wird kontinuierlich geführt, und demgemäß beträgt die für eine Reihe von Schritten erforderliche Zeit 4 Sekunden, was im Wesentlichen der Tauchzeit entspricht. Bei der hergestellten dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium betrug die Abtropfhöhe, wie sie sich an einem Ende bildete, wenn das Substrat 14 aus der Schmelze austrat, ungefähr 4 mm. Dies, da der Winkel zwischen der Oberfläche des Substrats und der Oberfläche der Schmelze regelmäßig klein war und die Flüssigkeit kaum herunter floss, so dass sich das Abtropfvolumen erhöhte, da eine Einrichtung fehlte, die die Neigung des Substrats 14 unmittelbar nach dem Austreten gesteuert hätte.

[0128] Während es möglich ist, bestimmte Züchtungsbedingungen für dünne Platten und die Korrelation zwischen dem Substrat und der Schmelze dadurch zu kontrollieren, dass die Tauchtiefe und die Drehzahl eingestellt werden, war die Tauchbewegung des Substrats nicht wahlfrei einstellbar, und demgemäß verblieb eine Flüssigkeitsmenge auf dem Substrat.

[0129] Die Fig. 8 zeigt Abtropfhöhen, Ausbeuten

bei Solarzellen-Prototypen und Solarzellen-Wandlungswirkungsgrade für die jeweiligen Ausführungsformen. Bei dünnen Platten 3 aus polykristallinem Silicium bei den Ausführungsformen 1 bis 4 war es möglich, aufgrund der kleinen Abtropfwerte von 1 mm beim Herstellen von Elektroden einen gleichmäßigen Druckvorgang auszuführen. Bei der gemäß der hintergrundbildenden Technik hergestellten dünnen Platte zum Herstellen einer dünnen Platte aus polykristallinem Silicium wurde jedoch ein Druckschirm zerstört, und Elektroden wurden aufgrund der Einflüsse des Abtropfens teilweise verwaschen oder getrennt. Der prozentuale Wirkungsgrad (Ausbeute von Solarzellen-Prototypen) bei der Prototypenherstellung von Solarzellen mit einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium gemäß der hintergrundbildenden Technik hat aufgrund der Zerstörung des Druckschirms und des Abtrennens der Elektroden den niedrigen Wert von 78 %. Bei dünnen Platten 3 aus polykristallinem Silicium gemäß den Ausführungsformen, bei denen Abtropfvorgänge unterdrückt sind, war es andererseits möglich, die Ausbeute auf 92 % zu erhöhen. Während der Solarzellen-Wandlungswirkungsgrad bei der Prototypenherstellung von Solarzellen mit einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium gemäß der hintergrundbildenden Technik aufgrund des Einflusses des Verwaschens der Elektroden den niedrigen Wert von 11 % aufweist, war es mit dünnen Platten 3 aus polykristallinem Silicium gemäß den Ausführungsformen, bei denen die Abtropfvorgänge unterdrückt sind, möglich, die Wirkungsgrade auf 13 % zu erhöhen.

Sechste Ausführungsform

[0130] Nun werden unter Bezugnahme auf die Fig. 9 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Fig. 9 ist ein schematisches Diagramm, das Bahnschritte eines Substrats 2 für den Fall einer Verwendung der Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt.

[0131] Die Konstruktion dieser Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform ist identisch mit der der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der ersten Ausführungsform. Der von der ersten Ausführungsform verschiedene Punkt liegt in einer Neigung des Substrats 2, wenn es einer Schmelze 6 entnommen wird. Daher werden nun nur die Bahnschritte des Substrats 2 bei dieser Ausführungsform beschrieben.

Bahnschritt des Substrats 2

[0132] Als Erstes wird das Substrat 2 durch eine Steuerung ähnlich dem ersten bis dritten Schritt unter den in der Fig. 5 dargestellten Bahnschritten des Substrats 2 in die Siliciumschmelze 6 eingetaucht.

[0133] Vierter Schritt: Ein Neigungsmotor 202 wird so gesteuert, dass die Laufrichtungsseite des Substrats 2 nach oben zeigt und seine Neigung $[\Theta 1^\circ]$ beträgt. Ein Horizontalverstellmotor 201 und ein Vertikalverstellmotor 7 werden so gesteuert, dass eine Horizontal- und eine Vertikal-Laufgeschwindigkeit konstant sind (100 mm/Sek. bzw. 10 mm/Sek.), und das Substrat 2 wird der Siliciumschmelze 6 entnommen.

[0134] Fünfter Schritt: Der Neigungsmotor 202 wird so gesteuert, dass die Neigung des Substrats 45° beträgt, wenn ein Ende austritt. Danach wird der Vertikalverstellmotor 7 so gesteuert, dass das Substrat 2 mit 100 mm/Sek. um 30 mm vertikal nach oben verstellt wird.

[0135] Sechster Schritt: Ähnlich wie bei den in der Fig. 5 dargestellten Bahnschritten des Substrats 2 wird der Neigungsmotor 202 so gesteuert, dass das Substrat 2 in den horizontalen Zustand zurückgebracht wird, und der Horizontalverstellmotor 201 wird so gesteuert, dass das Substrat 2 in eine Entnahmeposition transportiert wird. Gemäß der Fig. 9 hat $\Theta 2$ den Wert $5,7^\circ$. In diesem Fall bezeichnet $\Theta 2$ den Winkel zwischen dem Bewegungsvektor des Substrats und der Oberfläche der Schmelze. Die Größe des Substrats 2 beträgt 100^2 ähnlich der bei der ersten Ausführungsform.

[0136] Abtropfschritte wurden für die Fälle dreier Muster der oben genannten Substratneigung $[\Theta 1^\circ]$ von $1,4^\circ$ (im Wesentlichen horizontal), $5,7^\circ$ (parallel zum Bewegungsvektor des Substrats und 10° (ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform) ausgeführt, um die Anzahl der Vorsprünge zu vergleichen, die sich auf der Oberfläche der dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium bildeten. Die Fig. 10 zeigt die Ergebnisse.

[0137] Wie es aus der Fig. 10 deutlich erkennbar ist, nimmt die Anzahl der an der Oberfläche der dünnen Platten aus polykristallinem Silicium ausgebildeten Vorsprünge zu, wenn die Substratneigung ($\Theta 1^\circ$) abnimmt (sich dem horizontalen Zustand annähert). Dies beruht möglicherweise auf den folgenden Gründen.

[0138] Wenn $\Theta 1 < \Theta 2$ gilt, tritt das Substrat 2 aus, während an der Schmelze 6 gezogen wird, wenn die Oberfläche des Substrats 2 aus der Siliciumschmelze 6 austritt (eine Meniskusposition (die Grenzfläche zwischen der Schmelze und dem Substrat) schreitet entgegengesetzt zur Laufrichtung des Substrats fort).

[0139] Wenn $\Theta 1 = \Theta 2$ gilt, verbleibt die Meniskusposition (die Grenzfläche zwischen der Schmelze und dem Substrat) unverändert.

[0140] Wenn $\Theta 1 > \Theta 2$ gilt, tritt das Substrat 2 aus, während auf die Schmelze 6 gedrückt wird, wenn seine Oberfläche aus der Siliciumschmelze 6 austritt (die Meniskusposition (die Grenzfläche zwischen der Schmelze und dem Substrat) schreitet in der Laufrichtung des Substrats vorwärts).

[0141] Wenn $\Theta 1 < \Theta 2$ gilt, schreitet die Schmelze in einer vom Substrat trennenden Richtung in Bezug

auf das Substrat und die aufgewachsene dünne Platte fort, und demgemäß kann die Schmelze keinen Druck auf das Substrat ausüben, sondern sie verbleibt leicht an der Oberfläche desselben. Demgemäß steht die auf der Oberfläche des Substrats verbleibende Schmelze möglicherweise durch Oberflächenspannung vor.

[0142] Wenn $\Theta_1 > \Theta_2$ gilt, schreitet die Schmelze andererseits in einer Richtung fort, die normalerweise auf das Substrat trifft (gegen diese stößt), um normalerweise Druck auf das Substrat auszuüben. Demgemäß verbleibt kaum Schmelze auf der Oberfläche des Substrats, was möglicherweise die Anzahl von Vorsprüngen verringert.

Siebte Ausführungsform

[0143] Solarzellen wurden prototypweise mit dünnen Platten zum Herstellen einer dünnen Platte aus polykristallinem Silicium hergestellt, die entsprechend der Vorrichtung und dem Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der oben genannten sechsten Ausführungsform mittels Prototypprozessen (erstem bis achtem Prozess) ähnlich denen bei der oben genannten fünften Ausführungsform hergestellt worden waren. Die Fig. 10 zeigt die Anzahl der Vorsprünge sowie die Ausbeuten und die Wandlungswirkungsgrade der prototypmäßigen Solarzellen bei Substratneigungen $[\Theta_1^\circ]$ von $1,4^\circ$, $5,7^\circ$ und 10° bei Bahnschritten von Substraten 2.

[0144] Während es möglich war, beim Herstellen von Elektroden einen Druckvorgang gleichmäßig auszuführen, wenn die Substratneigung $[\Theta_1^\circ]$ den Wert 10° hatte, da die Anzahl der Vorsprünge null betrug, verschmierten aufgrund eines Einflusses von Vorsprüngen (entsprechend 20 gebildet) teilweise oder wurden unterbrochen, wenn $[\Theta_1^\circ]$ den Wert $1,4^\circ$ hatte. Der prozentuale Wirkungsgrad (Ausbeute von Solarzellen-Prototypen) im Fall der Prototypherstellung einer Solarzelle zeigt aufgrund der Unterbrechung einen niedrigen Wert von 84 % für die Ausbeute. Im Fall einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium ohne Vorsprünge war es andererseits möglich, die Ausbeute auf 92 % zu verbessern. Während der Solarzellen-Wandlungswirkungsgrad beim Prototypbau einer Solarzelle mit einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium gemäß der hintergrundbildenden Technik aufgrund eines Einflusses durch Verschmieren von Elektroden einen niedrigen Wert von 12 % aufweist, war es im Fall einer dünnen Platte 3 aus polykristallinem Silicium ohne Vorsprünge möglich, den Wirkungsgrad auf 13 % zu verbessern.

Achte Ausführungsform

[0145] Nun wird unter Bezugnahme auf die Fig. 11 bis 13 eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Fig. 11 ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung 4000 zum

Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt. Die Fig. 12 ist eine vergrößerte Ansicht eines Substrattransportmechanismus 1, der später beschrieben wird, und die Fig. 13 veranschaulicht die Bahn des Substrattransportmechanismus 1.

Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 4000 zum Herstellen einer dünnen Platte

[0146] Nun wird unter Bezugnahme auf die Fig. 11 und 12 die Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 4000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Grundkonstruktion dieser Vorrichtung 4000 zum Herstellen einer dünnen Platte ist identisch mit der der Vorrichtung 1000 zum Herstellen einer dünnen Platte, die unter Bezugnahme auf die oben genannte erste Ausführungsform beschrieben wurde, und ein Unterschiedspunkt liegt in der Konstruktion des Substrattransportmechanismus 1. Daher werden identische oder entsprechende Teile mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und eine redundante Beschreibung wird nicht wiederholt.

[0147] Zum Steuern der Oberflächentemperatur eines Substrats (Abkühlen oder Erwärmen auf eine vorgegebene Temperatur) vor dem Eintauchen desselben in eine Schmelze 6 ist eine Substrattemperatur-Steuereinrichtung 60 vorhanden. Diese Substrattemperatur-Steuereinrichtung 60 ist so vorhanden, dass es möglich ist, die Oberflächentemperatur des Substrats beim Herstellen einer dünnen Platte auf der Oberfläche des Substrats 2 zu optimieren. Als Substrattemperatur-Steuereinrichtung 60 wird ein spulenförmiges, hohles Wärmeübertragungselement verwendet, damit die Oberflächentemperatur des Substrats 2 erhöht werden kann, wenn das Wärmeübertragungselement selbst erwärmt wird, während sie gesenkt werden kann, wenn ein Kühlmedium durch das Wärmeübertragungselement geschickt wird.

[0148] Der Substrattransportmechanismus 1 bei dieser Ausführungsform verfügt über ein Substratbefestigungselement 101 zum Befestigen des Substrats 2, eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition des Substratbefestigungselements 101 zum Steuern der Horizontalverstellposition der Oberfläche des Substrats 2 in Bezug auf das Niveau der Schmelze 6, eine Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern der Vertikalverstellposition des Substratbefestigungselements 101 zum Steuern der Vertikalverstellposition der Oberfläche des Substrats 2 in Bezug auf das Niveau der Schmelze 6, und eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung des Substratbefestigungselements 101 zum Neigen der Oberfläche des Substrats 2 in Bezug auf das Niveau der Schmelze 6.

[0149] Die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung verfügt über eine horizontale Führungsschiene

70, die sich in der horizontalen Richtung **101** erstreckt, und eine Horizontalverstelleinheit **404**, die entlang dieser horizontalen Führungsschiene **70** vorhanden ist. Die Horizontalverstelleinheit **404** beherbergt einen Antrieb für ihre Verstellung auf der horizontalen Führungsschiene **70**.

[0150] Die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung verfügt über einen vertikalen Führungsschaft **403**, der in der Horizontalverstelleinheit **404** in der vertikalen Richtung **105** verschiebbar ist, wobei das Substratbefestigungselement **101** mit seinem unteren Ende verbunden ist, und eine vertikale Führungsschiene **80**, die entlang der horizontalen Führungsschiene **70** vorhanden ist, um die Bewegungsposition des oberen Ende des vertikalen Führungsschafts **403** zu führen. Das untere Ende des vertikalen Führungsschafts **403** ist mittels eines Schwenkteils **403a** drehbar mit dem Substratbefestigungselement **101** verbunden, während das obere Ende des vertikalen Führungsschafts **403** mit einer Führungsrolle **403b** für das obere Ende versehen ist, die durch die vertikale Führungsschiene **80** geführt wird.

[0151] Die Substratneigeeinrichtung verfügt über einen Neigungsführungsschaft **402**, der vertikal verschiebbar in der Horizontalverstelleinheit **404** gelagert ist, wobei das Substratbefestigungselement **101** mit seinem unteren Ende verbunden ist, und eine Neigungsführungsschiene **90**, die an der horizontalen Führungsschiene **70** vorhanden ist, um das obere Ende des Neigungsführungsschafts **402** zu führen. Das untere Ende des Neigungsführungsschafts **402** ist durch ein Schwenkteil **402a** drehbar mit dem Substratbefestigungselement **101** verbunden, während sein oberes Ende mit einer durch die Neigungsführungsschiene **90** geführten Führungsrolle **402b** für das obere Ende versehen ist.

Bahn des Substrattransportmechanismus 1

[0152] Nun wird die Bahn zum Eintauchen des Substrats **2** in die Schmelze **6** im Substrattransportmechanismus **1** unter Bezugnahme auf die **Fig. 13** beschrieben. Die Vorrichtung **4000** zum Herstellen einer dünnen Platte mit der oben genannten Konstruktion kann den vertikalen Führungsschaft **403** und den Neigungsführungsschaft **402** der Horizontalverstelleinheit **404** folgend dadurch verstellen, dass diese entlang der horizontalen Führungsschiene **70** verstellt wird. Die Verstellrichtungen der Führungsrollen **403b** und **402a** für das obere Ende am vertikalen Führungsschaft **403** und am Neigungsführungsschaft **402** werden durch die vertikale Führungsschiene **80** bzw. die Neigungsführungsschiene **90** geführt, wodurch die Positionen des vertikalen Führungsschafts **403** und des Neigungsführungsschafts **402** auf angetriebene Weise festgelegt werden können.

[0153] Hinsichtlich der Positionierung des vertikalen Führungsschafts **403** und des Neigungsführungsschafts **402** werden Bahnen der vertikalen Führungsschiene **80** und der Neigungsführungsschiene **90**

entsprechend der vertikalen Position und der Neigung des Vorrichtungsbefestigungselements **101**, wie sie auszuwählen sind, ausgewählt. Demgemäß ist es möglich, für das Substratbefestigungselement **101** und das Substrat **2** für die optimale Bahn zu sorgen, wie es in der **Fig. 13** dargestellt ist.

Funktionen/Wirkungen

[0154] Bei der Vorrichtung **4000** zum Herstellen einer dünnen Platte dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben ist, kann der Substrattransportmechanismus **1** eine Konstruktion verwenden, die nur die Horizontalverstelleinheit **404** bereitstellt, die die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung mit Antrieb bildet, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch es möglich ist, die Konstruktionen der Substrattransportmechanismen **1** zu vereinfachen, wie sie bei den oben genannten Ausführungsformen **1** und **2** angegeben sind.

Neunte Ausführungsform

[0155] Nun wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 14** und **15** eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 14** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung **5000** zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt, und die **Fig. 15** veranschaulicht die Bahn eines Substrattransportmechanismus **1**.

Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 5000 zum Herstellen einer dünnen Platte

[0156] Nun wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 14** und **15** die Gesamtkonstruktion der Vorrichtung **5000** zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Grundkonstruktion dieser Vorrichtung **5000** zum Herstellen einer dünnen Platte ist identisch mit der der Vorrichtung **4000** zum Herstellen einer dünnen Platte, die unter Bezugnahme auf die oben genannte achte Ausführungsform beschrieben wurde, und Unterschiedspunkte liegen darin, dass eine Horizontal/Vertikal-Führungsschiene **75** verwendet wird, die auf gemeinsam genutzte Weise ein horizontale und eine vertikale Führungsschiene bildet, und dass das obere Ende eines vertikalen Führungsschafts **403** mit einer Horizontaleinheit **404** verbunden ist. Daher sind Teile, die mit solchen der Vorrichtung **4000** zum Herstellen einer dünnen Platte identisch sind oder ihnen entsprechen, mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und eine redundante Beschreibung wird nicht wiederholt.

Bahn des Substrattransportmechanismus 1

[0157] Gemäß der **Fig. 15** ist es möglich, den vertikalen Führungsschaft **403** und den Neigungsführungsschaft **402** der Horizontalverstelleinheit **404** folgend dadurch zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit **404** auch bei dieser Vorrichtung **5000** zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform entlang der Horizontal/Vertikal-Führungsschiene **75** ähnlich der Bahn des Substrats **2** beim Substrattransportmechanismus **1** der achten Ausführungsform verstellt wird. Die Bewegungsrichtung einer Führungsrolle **402b** für das obere Ende des Neigungsführungsschafts **402** wird durch eine Neigungsführungsschiene **90** geführt, wobei die Position des Neigungsführungsschafts **402** auf angetriebene Weise festgelegt werden kann.

[0158] Hinsichtlich der Positionierung des vertikalen Führungsschafts **403** und des Neigungsführungsschafts **402** werden feste Zustände der Horizontalverstelleinheit **404** und der Bahn der Neigungsführungsschiene **90** entsprechend der vertikalen Position und der Neigung eines Substratbefestigungselements **101**, die auszuwählen sind, ausgewählt. Demgemäß ist es möglich, für die optimale Bahn des Vorrichtungsbefestigungselements **101** und eines Substrats **2** zu sorgen, wie es in der **Fig. 15** dargestellt ist.

Funktionen/Wirkungen

[0159] Bei der Vorrichtung **5000** zum Herstellen einer dünnen Platte dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben ist, kann der Substrattransportmechanismus **1** eine Konstruktion verwenden, bei der nur die Horizontalverstelleinheit **404**, die die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung bildet, mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch es möglich ist, die Konstruktionen der Substrattransportmechanismen zu vereinfachen, wie sie bei den oben genannten Ausführungsformen **1** und **2** angegeben sind.

Zehnte Ausführungsform

[0160] Eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform wird nun unter Bezugnahme auf die **Fig. 16** bis **18** beschrieben. Die **Fig. 16** ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung **6000** zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt, die **Fig. 17** veranschaulicht eine Zuführbahn eines Substrattransportmechanismus **1** und die **Fig. 18** veranschaulicht eine Rückführbahn desselben.

Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 6000 zum Herstellen einer dünnen Platte

[0161] Nun wird die Gesamtkonstruktion der Vorrichtung **6000** zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 16** und **17** beschrieben. Die Grundkonstruktion dieser Vorrichtung **6000** zum Herstellen einer dünnen Platte ist identisch mit der der Vorrichtung **4000** zum Herstellen einer dünnen Platte, die unter Bezugnahme auf die oben genannte achte Ausführungsform beschrieben wurde, und Unterschiedspunkte liegen darin, dass eine Horizontal/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene **76**, die eine horizontale Führungsschiene, eine vertikale Führungsschiene und eine Neigungsführungsschiene auf gemeinsam genutzte Weise bildet, verwendet wird und dass die oberen Enden eines vertikalen Führungsschafts **403** und eines Neigungsführungsschafts **402** mit einer Horizontalverstelleinheit **404** verbunden sind. Daher sind Teile, die mit solchen der Vorrichtung **4000** zum Herstellen einer dünnen Platte identisch sind oder ihnen entsprechen, mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und eine redundante Beschreibung wird nicht wiederholt.

Bahn des Substrattransportmechanismus 1

[0162] Gemäß der **Fig. 17** ist es möglich, den vertikalen Führungsschaft **403** und den Neigungsführungsschaft **402** der Horizontalverstelleinheit **404** folgend dadurch horizontal zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit **404** entlang der Horizontal/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene **76** auch bei der Vorrichtung **6000** zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform ähnlich der Bahn des Substrats **2** im Substrattransportmechanismus **1** der achten Ausführungsform verstellt wird.

[0163] Auch werden zum Positionieren des vertikalen Führungsschafts **403** und des Neigungsführungsschafts **402** feste Zustände für die Horizontalverstelleinheit **404** entsprechend der Vertikalposition und der Neigung eines Substratbefestigungselements **101**, wie sie auszuwählen sind, ausgewählt. Demgemäß ist es möglich, für die optimale Zuführbahn des Substratbefestigungselements **101** und eines Substrats **2** zu sorgen, wie es in der **Fig. 17** dargestellt ist. Es ist auch möglich, für die optimale Rückführbahn des Substratbefestigungselements **101** und des Substrats **2** zu sorgen, wie es in der **Fig. 18** dargestellt ist.

Funktionen/Wirkungen

[0164] Bei der Vorrichtung **6000** zum Herstellen einer dünnen Platte dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben ist, kann der Substrattransportmechanismus **1** eine Konstruktion verwenden, bei der nur die eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung bildende Horizontalverstelleinheit **404** mit einem

Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch es möglich ist, die Konstruktionen des Substrattransportmechanismus 1 zu vereinfachen, wie sie in den oben genannten Ausführungsformen 1 und 2 angegeben sind.

Elfte Ausführungsform

[0165] Nun wird unter Bezugnahme auf die Fig. 19 und 20 eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform beschrieben. Die Fig. 19 ist ein schematisches Diagramm, das die Gesamtkonstruktion einer Vorrichtung 7000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform zeigt, und die Fig. 20 veranschaulicht die Bahn eines Substrattransportmechanismus 1.

Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 7000 zum Herstellen einer dünnen Platte

[0166] Nun wird die Gesamtkonstruktion der Vorrichtung 7000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf die Fig. 19 und 20 beschrieben. Die Grundkonstruktion dieser Vorrichtung 7000 zum Herstellen einer dünnen Platte ist identisch mit der der Vorrichtung 4000 zum Herstellen einer dünnen Platte, die unter Bezugnahme auf die oben genannte achte Ausführungsform beschrieben wurde, und ein Unterschiedspunkt liegt darin, dass eine Vertikal/Neigungs-Führungsschiene 74 verwendet wird, die auf gemeinsam genutzte Weise eine vertikale Führungsschiene und eine Neigungsführungsschiene bilden. Daher sind Teile, die mit solchen in der Vorrichtung 4000 zum Herstellen einer dünnen Platte identisch sind oder ihnen entsprechen, mit denselben Bezugszahlen gekennzeichnet, und eine redundante Beschreibung wird nicht wiederholt.

Bahn des Substrattransportmechanismus 1

[0167] Gemäß der Fig. 20 ist es möglich, einen vertikalen Führungsschaft 403 und einen Neigungsführungsschaft 402 einer Horizontalverstelleinheit 404 folgend dadurch horizontal zu verstellen, dass die Horizontalverstelleinheit 404 auch bei der Vorrichtung 7000 zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß dieser Ausführungsform entlang einer horizontalen Führungsschiene 70 verstellt wird, ähnlich der Bahn des Substrats 2 beim Substrattransportmechanismus 1 der achten Ausführungsform. Die Verstellrichtungen der Führungsrollen 403b und 402a für das obere Ende am vertikalen Führungsschaft 403 und am Neigungsführungsschaft 402 werden durch die Vertikal/Neigungs-Führungsschiene 77 geführt, wodurch die Positionen des vertikalen Führungsschafts 403 und des Neigungsführungsschafts 402 auf angetrie-

bene Weise festgelegt werden können.

[0168] Auch wird zum Positionieren des vertikalen Führungsschafts 403 und des Neigungsführungsschafts 402 die Bahn der Vertikal/Neigungs-Führungsschiene 77 entsprechend der vertikalen Position und der Neigung eines Substratbefestigungselements 101, wie sie auszuwählen sind, ausgewählt. Demgemäß ist es möglich, für die optimale Bahn des Substratbefestigungselements 101 und eines Substrats 2 zu sorgen, wie es in der Fig. 20 dargestellt ist.

Funktionen/Wirkungen

[0169] Bei der Vorrichtung 5000 zum Herstellen einer dünnen Platte dieser Ausführungsform, wie sie oben beschrieben ist, kann der Substrattransportmechanismus 1 eine Konstruktion verwenden, bei der nur die eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung bildende Horizontalverstelleinheit 404 mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigeeinrichtung mit Antrieben versehen wären, wodurch es möglich ist, die Konstruktionen des Substrattransportmechanismus 1 zu vereinfachen, wie sie in den oben genannten Ausführungsformen 1 und 2 angegeben sind.

[0170] Während bei den oben genannten jeweiligen Ausführungsformen die beiden Enden der linearen Führungsschienen weggelassen sind, die die horizontalen Verstellschäfte 8, die horizontalen Führungsschienen 70, die vertikalen Führungsschienen 80, die Neigungsführungsschienen 90, die Horizontal/Vertikal-Führungsschiene 74, die Horizontal/Vertikal/Neigungs-Führungsschiene 76 und die Vertikal/Neigungs-Führungsschiene 77 bilden, ist es auch möglich, eine Konstruktion zu verwenden, bei der in jeder Schiene eine Raupe gebildet wird, um dadurch den Substrattransportmechanismus 1 im Kreis umlaufen zu lassen, und es ist auch möglich, eine Konstruktion zu verwenden, bei der der Substrattransportmechanismus 1 an einem Ende jeder Schiene angebracht wird und er vom anderen Ende getrennt wird.

[0171] Während jede der obigen Ausführungsformen unter Bezugnahme auf den Fall beschrieben wurde, dass eine dünne Platte 3 aus polykristallinem Silicium hergestellt wird, ist es auch möglich, ähnliche Funktionen/Wirkungen bei einer dünnen Platte zu erzielen, die einem Gebrauchsschmelzenmaterial entspricht, wenn ein Halbleitermaterial wie Germanium, Gallium, Arsen, Indium, Phosphor, Bor, Antimon, Zink oder Zinn oder ein metallisches Material wie Aluminium, Nickel oder Eisen für die Schmelze verwendet wird.

[0172] Die hier offenbarten Ausführungsformen müssen in allen Punkten als veranschaulichend und nicht als beschränkend betrachtet werden. Der Schutzzumfang der Erfindung ist nicht durch die obige Beschreibung sondern durch den Schutzzumfang der

Patentbeanspruchung gegeben, und alle Änderungen innerhalb des Bedeutungsumfangs und des Äquivalenzbereichs betreffend den Umfang des Patentanspruchs sollen enthalten sein.

Wirkungen der Erfindung

[0173] Bei der Vorrichtung und beim Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte gemäß der Erfindung wird die Korrelation zwischen dem Substrat (und der auf es aufgewachsenen dünnen Platte) und der Schmelze dadurch optimiert, dass die Bahn des Substrats kontrolliert wird, so dass es möglich ist, eine Verbesserung der Qualität und der Form der dünnen Platte (Verhindern eines Abtropfens und der Ausbildung von Vorsprüngen) und eine Verbesserung der Massenherstellung dünner Platten zu erzielen.

[0174] Gemäß einer anderen Erscheinungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte kann der Substrattransportmechanismus eine Konstruktion verwenden, bei der nur die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung mit einem Antrieb versehen ist, ohne dass die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung, die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung und die Substratneigungseinrichtung mit Antrieben versehen wären, so dass es möglich ist, die Konstruktion des Substrattransportmechanismus zu vereinfachen.

ZUSAMMENFASSUNG

[0175] Die Erfindung ist auf eine Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte auf der Oberfläche eines Substrats durch Eintauchen desselben, das durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehalten wird, in ein geschmolzenes Fluid, ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte und eine Solarzelle unter Verwendung der dünnen Platte gerichtet, wobei der Substrattransportmechanismus (1) so installiert ist, dass er entlang einem Horizontalverstellmechanismus (8) in horizontaler Richtung (104) verstellbar ist, wobei dieser Schaft so installiert ist, dass er entlang einem Vertikalverstellmechanismus (9) verstellbar ist, ferner verfügt der Substrattransportmechanismus (1) über eine Einrichtung zum diagonalen Neigen des Substrats (2) oder eine Einrichtung zum Befestigen/Lösen des Substrats, wobei eine dünne Platte flacher Form hergestellt werden kann und die Form der so erhaltenen dünnen Platte optimiert werden kann.

(Fig. 1)

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des Substrats eine dünne Platte auszubilden, wobei der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes

aufweist:

- eine erste Substrattransporteinrichtung (7, 9) zum Transportieren des Substrats (2) in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen des Substrats (2) in die genannte Schmelze (6) und aus ihr; und
- eine zweite Substrattransporteinrichtung (8), die einen Transport des genannten Substrats (2) in einer zweiten Richtung ermöglicht, die von der ersten Richtung verschieden ist.

2. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, die die erste Substrattransporteinrichtung (7, 9) und die zweite Substrattransporteinrichtung (8) jeweils unabhängig steuern kann.

3. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, bei der der Substrattransportmechanismus (1) ferner eine Substratneigeeinrichtung (102) zum Neigen der Oberfläche des Substrats (2) in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6) aufweist.

4. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, bei der die Substratneigeeinrichtung (102) in Bezug auf die erste Substrattransporteinrichtung (7, 9) und die zweite Substrattransporteinrichtung (8) unabhängig steuerbar ist.

5. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, bei der der Substrattransportmechanismus (1) ferner eine Substrat-Befestigungs/Löse-Einrichtung aufweist, damit das Substrat (2) am Substrattransportmechanismus (1) befestigt/von ihm gelöst werden kann.

6. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 5, bei der die Substrat-Befestigungs/Löse-Einrichtung in Bezug auf die erste Substrattransporteinrichtung (7, 9), die zweite Substrattransporteinrichtung (8) und die Substratneigeeinrichtung (102) unabhängig steuerbar ist.

7. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 5, bei der die genannte Substrat-Befestigungs/Löse-Einrichtung über die folgenden Schritte verfügt:

- Befestigen des genannten Substrats (2) am genannten Substrattransportmechanismus (1) vor dem Eintauchen des genannten Substrats (2); und
- Lösen des genannten Substrats (2), auf dessen Oberfläche eine dünne Platte aufgewachsen wurde, vom genannten Substrattransportmechanismus (1), nachdem das genannte Substrat (2) eingetaucht wurde.

8. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 5, mit einem Schritt des Lösens der auf die Oberfläche des genannten Substrats (2) aufgewachsenen dünnen Platte vom genannten Substrat (2), während das genannte Substrat (2) am genannten Substrattransportmechanismus (1) befestigt ist.

tigt bleibt, nachdem das genannte Substrat (2) eingetaucht wurde.

9. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, mit:

- einer Schmelzenaufnahmeeinrichtung (5), die die Schmelze (6) aufnimmt; und
- ferner mit einer Wärmeabschirmungseinrichtung (10) zwischen der genannten Schmelzenaufnahmeeinrichtung (5) und dem genannten Substrattransportmechanismus (1).

10. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, bei der der genannte Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:

- eine Eintauchsteuereinrichtung zum Eintauchen des genannten Substrats (2) in die genannte Schmelze (6) eines Materials, das zumindest entweder ein metallisches Material oder ein Halbleitermaterial enthält; und
- eine Steuereinrichtung für die Züchtung einer dünnen Platte, die das genannte eingetauchte Substrat (2) der genannten Schmelze (6) entnimmt, um dadurch die dünne Platte des genannten Materials auf die Oberfläche des genannten Substrats aufzuwachsen.

11. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 8, bei der die Eintauchsteuereinrichtung die genannte erste Substrattransporteinrichtung und die zweite Substrattransporteinrichtung jeweils unabhängig steuert, nachdem das genannte Substrat (2) in die genannte Schmelze (6) eingetaucht wurde und bevor es dieser entnommen wird, um die dünne Platte auf die Oberfläche des genannten Substrats (2) aufzuwachsen.

12. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 9, bei der die Eintauchsteuereinrichtung die genannte Substratneigeeinrichtung (102) unabhängig von der genannten ersten Substrattransporteinrichtung (7, 9) und der genannten zweiten Substrattransporteinrichtung (8) steuert, nachdem das genannte Substrat (2) in die genannte Schmelze (6) eingetaucht wurde und bevor es dieser entnommen wird.

13. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, bei der die genannte Schmelze (6) ein Silicium enthaltendes Material ist.

14. Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, bei dem ein Substrat (2) durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehalten wird und es in eine Schmelze (6) eingetaucht wird, um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, mit dem folgenden Schritt:

- unabhängiges Steuern einer ersten Substrattransporteinrichtung (7, 9) zum Transportieren des genannten Substrats (2) in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen desselben in die genannte Schmelze (6) bzw. aus ihr, und einer zweiten Substrattransporteinrichtung (8), die einen Transport des genannten Substrats (2) in einer zweiten Richtung ermöglicht, die von der ersten Richtung verschieden ist;

- was erfolgt, nachdem das genannte Substrat (2) in die Schmelze (6) eingetaucht wurde und bevor es dieser entnommen wird.

15. Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 14, wobei der genannte Schritt den folgenden Schritt beinhaltet:

- Entnehmen des genannten Substrats (2) aus der Schmelze (6), während es geneigt wird und mit ihm auf die Oberfläche der genannten Schmelze (6) gedrückt wird.

16. Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 14 mit den folgenden Schritten:

- Befestigen des genannten Substrats (2) am Substrattransportmechanismus (1) vor seinem Eintauchen; und
- Lösen des genannten Substrats (2) mit der auf seine Oberfläche aufgewachsenen dünnen Platte vom Substrattransportmechanismus (1) nach dem Eintauchen des genannten Substrats (2).

17. Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 14 mit einem Schritt des Lösens der auf die Oberfläche des genannten Substrats (2) aufgewachsenen dünnen Platte vom genannten Substrat (2), während es am genannten Substrattransportmechanismus (1) befestigt bleibt, nachdem es eingetaucht wurde.

18. Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 14, bei dem die Schmelze (6) ein Silicium enthaltendes Material ist.

19. Solarzelle, die mit einer dünnen Platte hergestellt wurde, die mit einer Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des Substrats eine dünne Platte auszubilden, hergestellt wurde, wobei der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:

- eine erste Substrattransporteinrichtung (7, 9) zum Transportieren des Substrats (2) in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen des Substrats (2) in die genannte Schmelze (6) und aus ihr; und
- eine zweite Substrattransporteinrichtung (8), die einen Transport des genannten Substrats (2) in einer zweiten Richtung ermöglicht, die von der ersten Richtung verschieden ist.

20. Solarzelle, die mit einer dünnen Platte hergestellt wurde, die durch ein Verfahren zum Herstellen einer dünnen Platte, bei dem ein Substrat (2) durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehalten

wird und es in eine Schmelze (6) eingetaucht wird, um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen wurde, das den folgenden Schritt aufweist:

- unabhängiges Steuern einer ersten Substrattransporteinrichtung (7, 9) zum Transportieren des genannten Substrats (2) in einer Richtung zum Eintauchen und Entnehmen desselben in die genannte Schmelze (6) bzw. aus ihr, und einer zweiten Substrattransporteinrichtung (8), die einen Transport des genannten Substrats (2) in einer zweiten Richtung ermöglicht, die von der ersten Richtung verschieden ist;
- was erfolgt, nachdem das genannte Substrat (2) in die Schmelze (6) eingetaucht wurde und bevor es dieser entnommen wird.

21. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der

- der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:
- eine Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Befestigen des genannten Substrats (2);
- eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- eine Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6); und
- eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Neigen der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- eine sich horizontal erstreckende Horizontalführungsschiene (70) und
- eine Horizontalverstelleinheit (404), die entlang der Horizontalführungsschiene verstellbar vorhanden ist;
- die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- einen Vertikalführungsschaft (403), der vertikal verschiebbar in der genannten Horizontalverstelleinheit (404) so gelagert ist, dass die genannte Substratbefestigungseinrichtung (101) mit seinem unteren Ende verbunden ist;
- eine Vertikalführungsschiene (80), die entlang der genannten Horizontalführungsschiene vorhanden ist, um die Verstellposition des oberen Endes des genannten Vertikalführungsschafts (403) zu führen; und

– die genannte Substratneigeeinrichtung Folgendes aufweist:

- einen Neigungsführungsschaft (402), der vertikal verstellbar in der genannten Horizontalverstelleinheit (404) so gelagert ist, dass die genannte Substratbefestigungseinrichtung (101) mit seinem unteren Ende verbunden ist; und
- eine Neigungsführungsschiene (90), die entlang der genannten Horizontalführungsschiene (70) vorhanden ist, um das obere Ende des genannten Neigungsführungsschafts (402) zu führen.

22. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der

- der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:
- eine Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Befestigen des genannten Substrats (2);
- eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- eine Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6); und
- eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Neigen der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- eine sich horizontal erstreckende Horizontal/Vertikal-Führungsschiene (75) und
- eine Horizontalverstelleinheit (404), die entlang der Horizontal/Vertikal-Führungsschiene (75) verstellbar vorhanden ist;
- die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- einen Vertikalführungsschaft (403) mit einem mit der genannten Horizontalverstelleinheit (404) verbundenen oberen Ende und einem mit der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) verbundenen unteren Ende;
- die genannte Substratneigeeinrichtung Folgendes aufweist: einen Neigungsführungsschaft (402), der vertikal verschiebbar so gelagert ist, dass die genannte Substratbefestigungseinrichtung (101) mit seinem unteren Ende verbunden ist; und
- eine Neigungsführungsschiene (90), die entlang der genannten Horizontal/Vertikal-Führungsschiene

vorhanden ist, um das obere Ende (402) des genannten Vertikalschafts zu führen.

23. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der

- der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:
- eine Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Befestigen des genannten Substrats (2);
- eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- eine Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6); und
- eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Neigen der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- eine sich horizontal erstreckende Horizontal/Vertikal-/Neigungs-Führungsschiene (76) und
- eine Horizontalverstelleinheit (404), die entlang der (76) Horizontalschiene/verstellbar vorhanden ist;
- die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- einen Vertikalführungsschaft (403) mit einem mit der genannten Horizontalverstelleinheit (404) verbundenen oberen Ende und einem mit der genannten Substratbefestigungseinheit (101) verbundenen unteren Ende; und
- die genannte Substratneigeeinrichtung Folgendes aufweist:
- einen Neigungsführungsschaft (402) mit einem mit der genannten Horizontalverstelleinheit (404) verbundenen oberen Ende und einem mit der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) verbundenen unteren Ende.

24. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte zum Eintauchen eines durch einen Substrattransportmechanismus (1) gehaltenen Substrats (2) in eine Schmelze (6), um dadurch auf der Oberfläche des genannten Substrats eine dünne Platte herzustellen, bei der

- der Substrattransportmechanismus (1) Folgendes aufweist:
- eine Substratbefestigungseinrichtung (101) zum

Befestigen des genannten Substrats (2);

- eine Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Horizontalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Horizontalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- eine Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung zum Steuern einer Vertikalverstellposition der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Steuern einer Vertikalverstellposition der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6); und
- eine Substratneigeeinrichtung zum Steuern der Neigung der genannten Substratbefestigungseinrichtung (101) zum Neigen der Oberfläche des genannten Substrats in Bezug auf das Niveau der Schmelze (6);
- die Horizontalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- eine sich horizontal erstreckende Horizontalführungsschiene (70) und
- eine Horizontalverstelleinheit (404), die entlang der Horizontalschiene (70) verstellbar vorhanden ist;
- die Vertikalverstellposition-Steuereinrichtung Folgendes aufweist:
- einen Vertikalführungsschaft (403), der vertikal verschiebbar in der genannten Horizontalverstelleinheit (404) so gelagert ist, dass die genannte Substratbefestigungseinrichtung (101) mit seinem unteren Ende verbunden ist;
- eine Vertikal/Neigungs-Führungsschiene (77), die entlang der genannten Horizontalschiene vorhanden ist, um die Verstellposition des oberen Endes des genannten Vertikalführungsschafts (403) zu führen; und
- die genannte Substratneigeeinrichtung Folgendes aufweist:
- einen Neigungsführungsschaft (402), der vertikal verschiebbar in der genannten Horizontalverstelleinheit (404) so gelagert ist, dass die genannte Substratbefestigungseinrichtung (101) mit seinem unteren Ende verbunden ist und die Verstellposition seines oberen Endes durch die genannte Vertikal/Neigungs-Führungsschiene (77) geführt wird.

25. Vorrichtung zum Herstellen einer dünnen Platte nach Anspruch 1, ferner mit einer Substrattemperatur-Steuereinrichtung (60) zum Steuern der Temperatur auf der Oberfläche des Substrats (2) vor dem Eintauchen desselben in die genannte Schmelze (6).

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

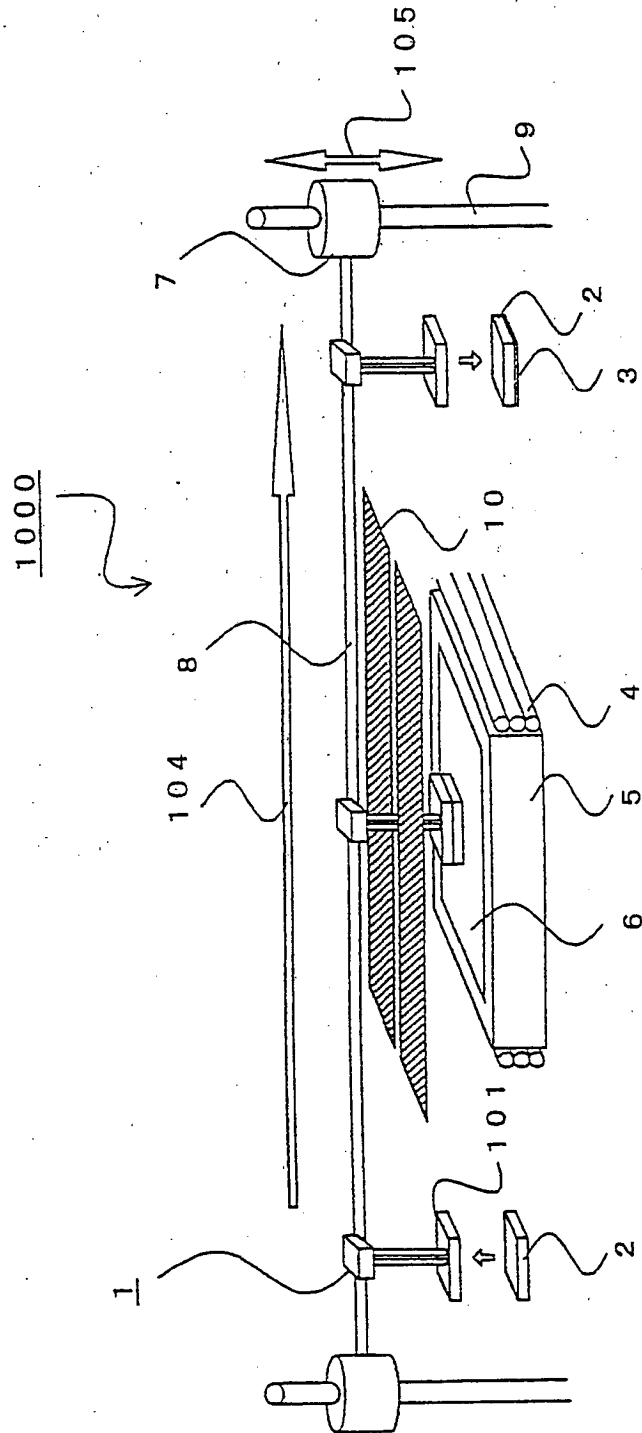


FIG. 2

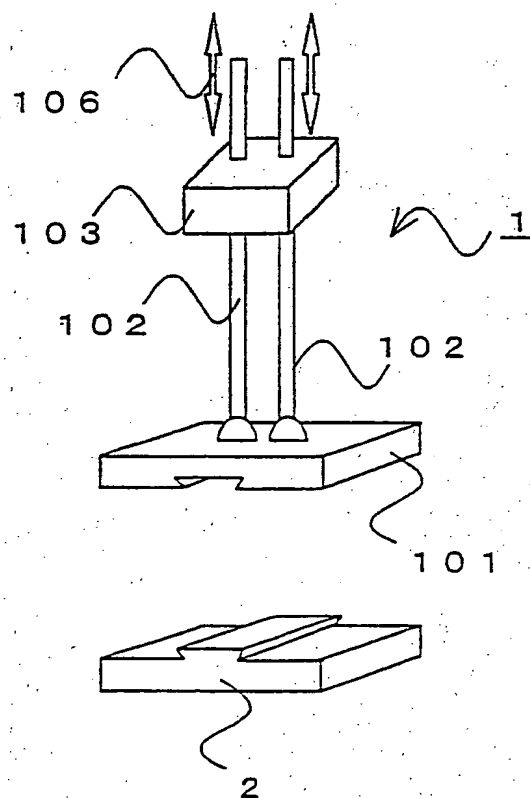


FIG.3

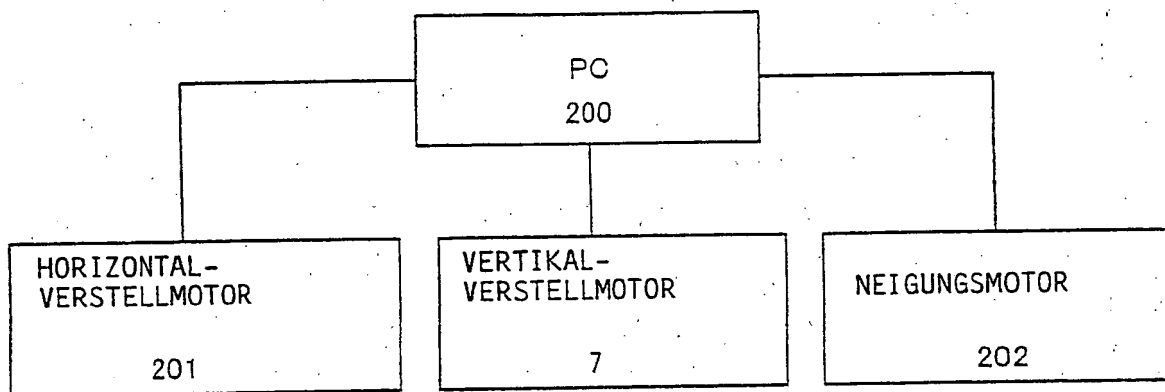


FIG. 4

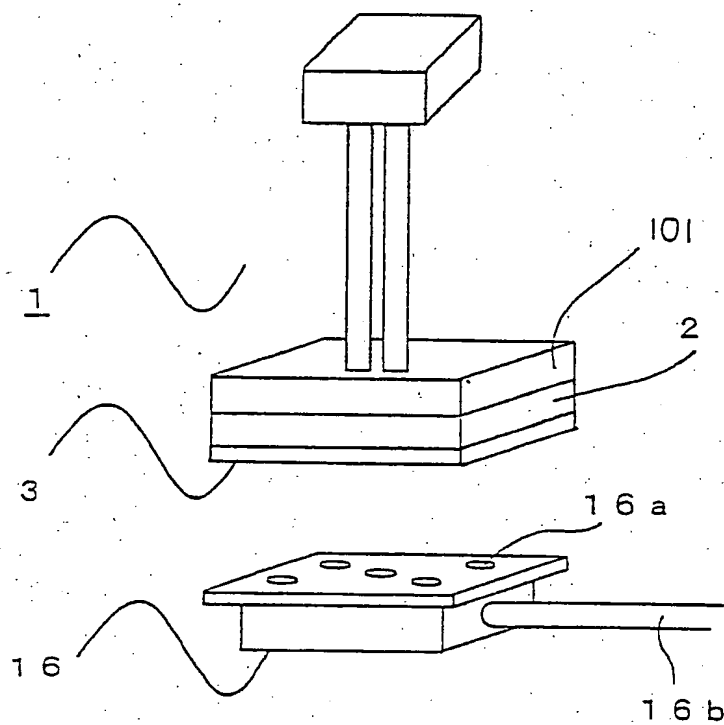


FIG. 5

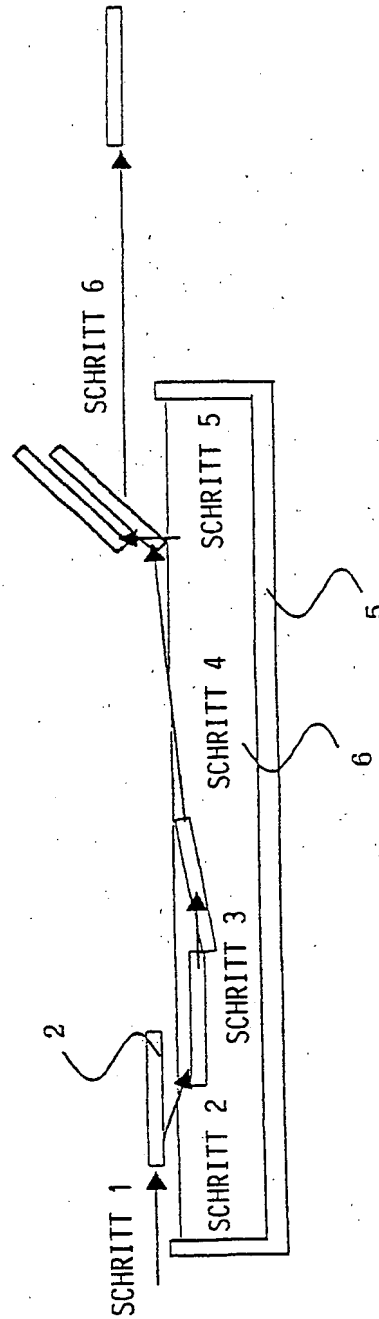


FIG. 6

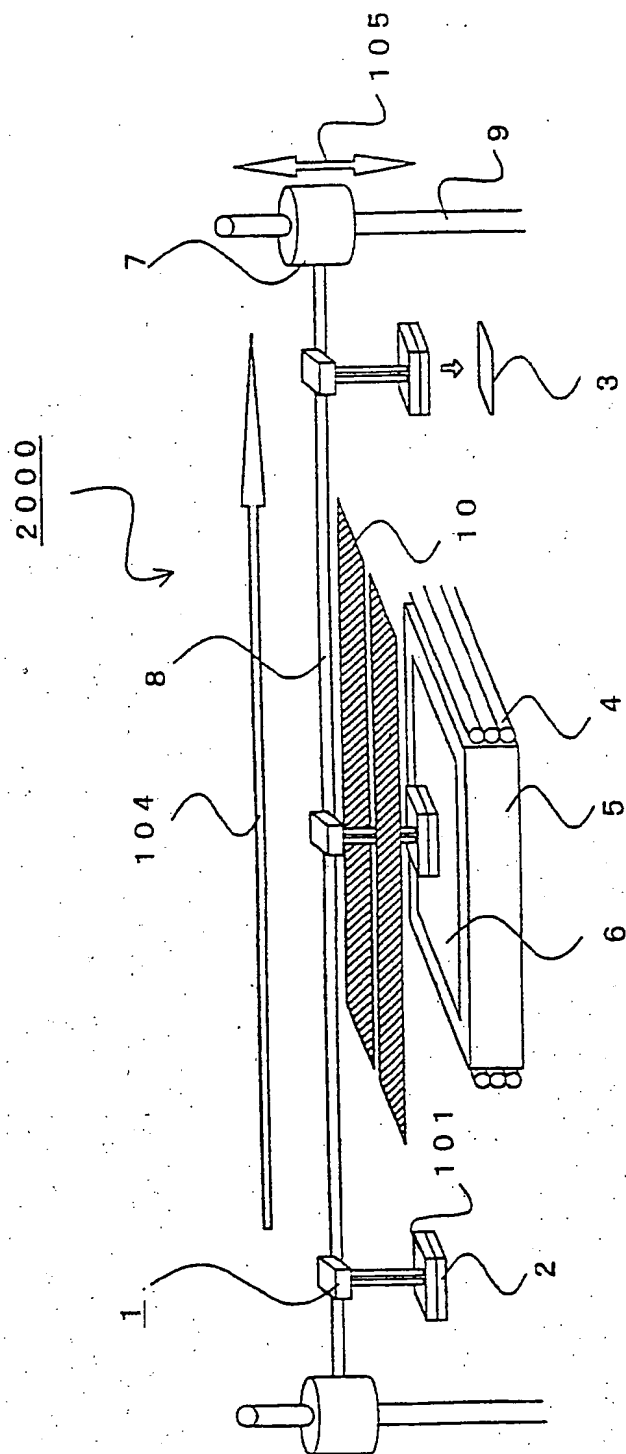


FIG. 7

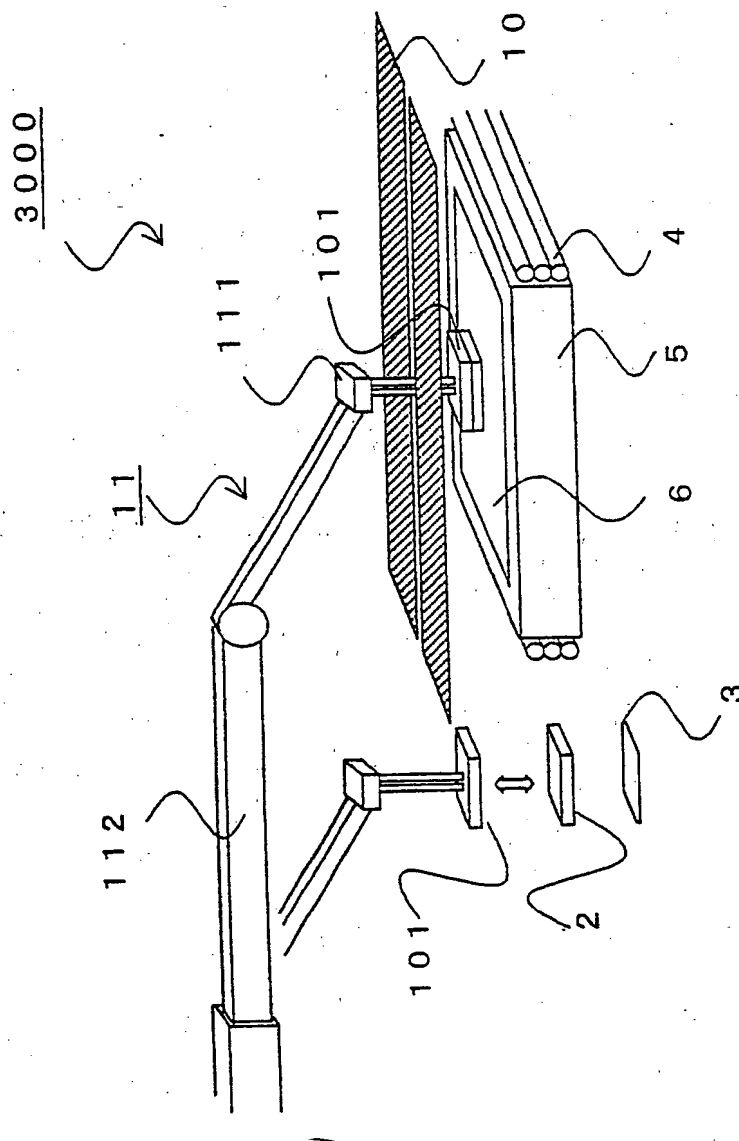


FIG.8

	FÜR DIE REIHE VON SCHRITTEN ERFORDERLICHE ZEIT	ABTROPF- HÖHE	AUSBEUTE VON SOLAR- ZELLEN- PROTOTYPEN	WANDLUNGS- WIRKUNGS- GRAD VON SOLARZELLEN
ERSTE AUSFÜHRUNGS- FORM	20 SEKUNDEN FÜR HIN-HER- BEWEGUNG	1mm	92%	13%
ZWEITE AUSFÜHR.- FORM	18 SEKUNDEN			
Dritte AUSFÜHR.- FORM	23 SEKUNDEN			
VIerte AUSFÜHR.- FORM	18 SEKUNDEN			
HINTERGRUND- BILDENDE TECHNIK	4 SEKUNDEN	4mm	78%	11%

FIG. 9

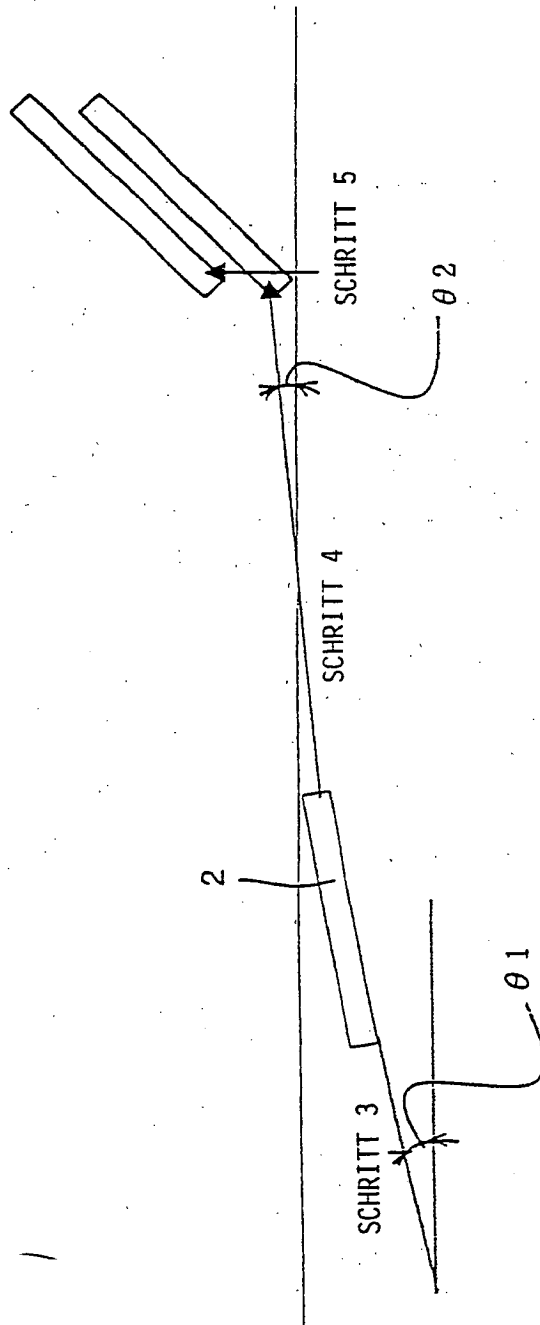


FIG.10

$\theta 1$	$\theta 1 - \theta 2$	ANZAHL DER VORSPRÜNGE	AUSBEUTE VON SOLARZELLEN- PROTOTYPEN	SOLARZELLEN- WIRKUNGSGRAD
1.4°	-4.3°	20	84%	12%
5.7°	0°	6	89%	12%
10°	4.3°	0	92%	13%

FIG. 11

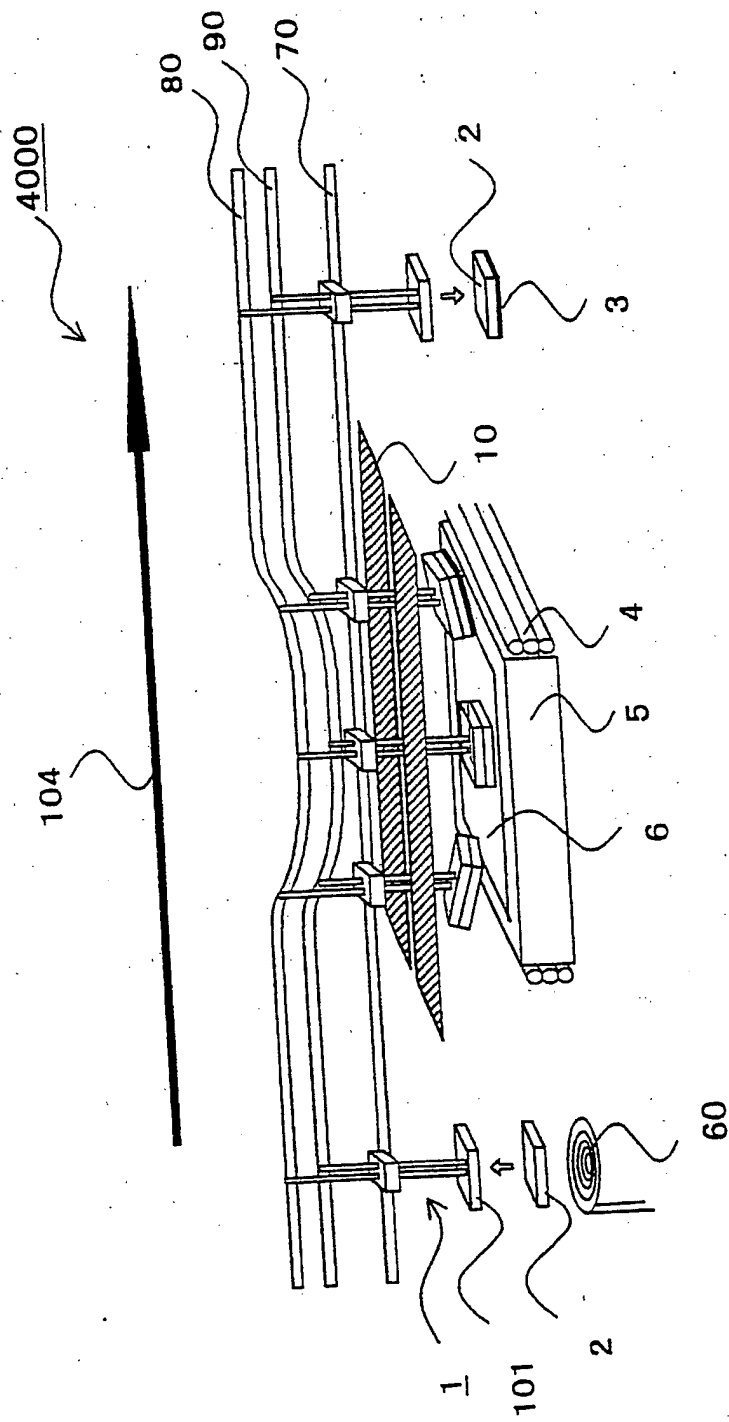


FIG. 12

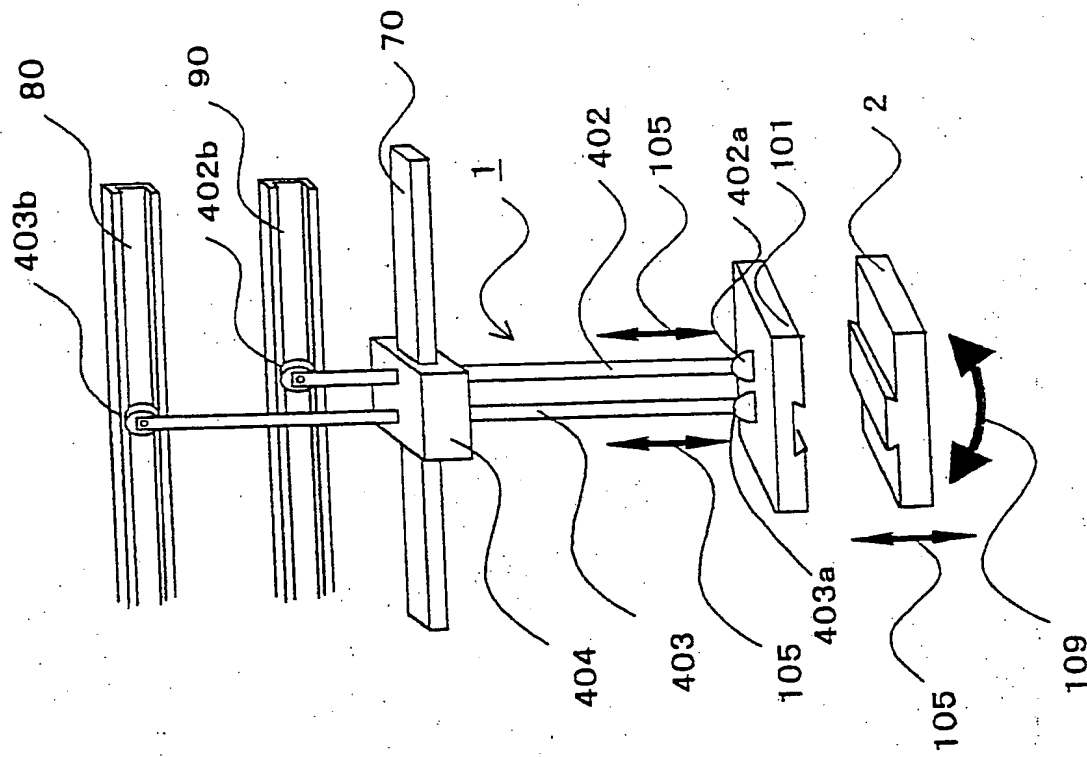


FIG. 13

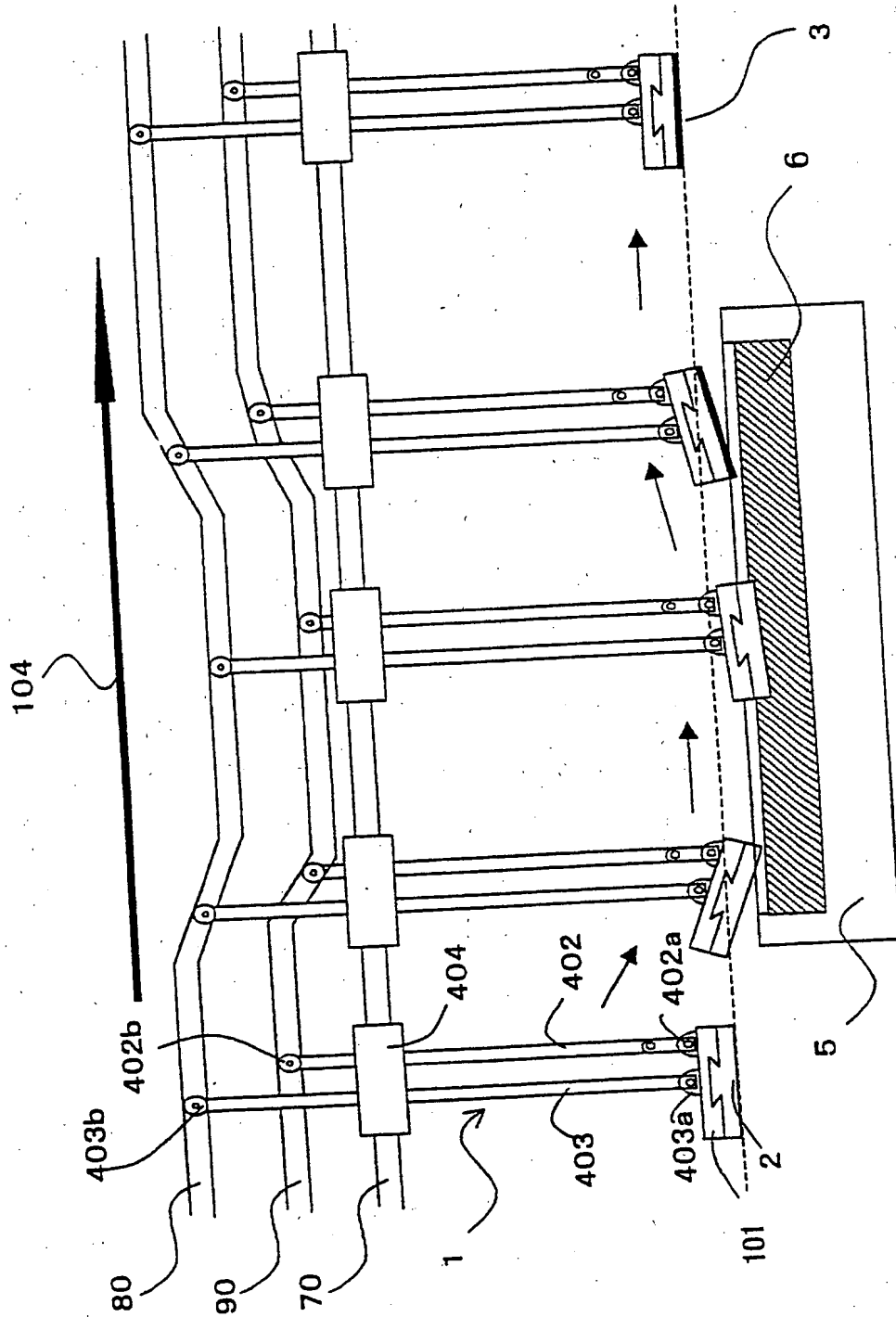


FIG. 14

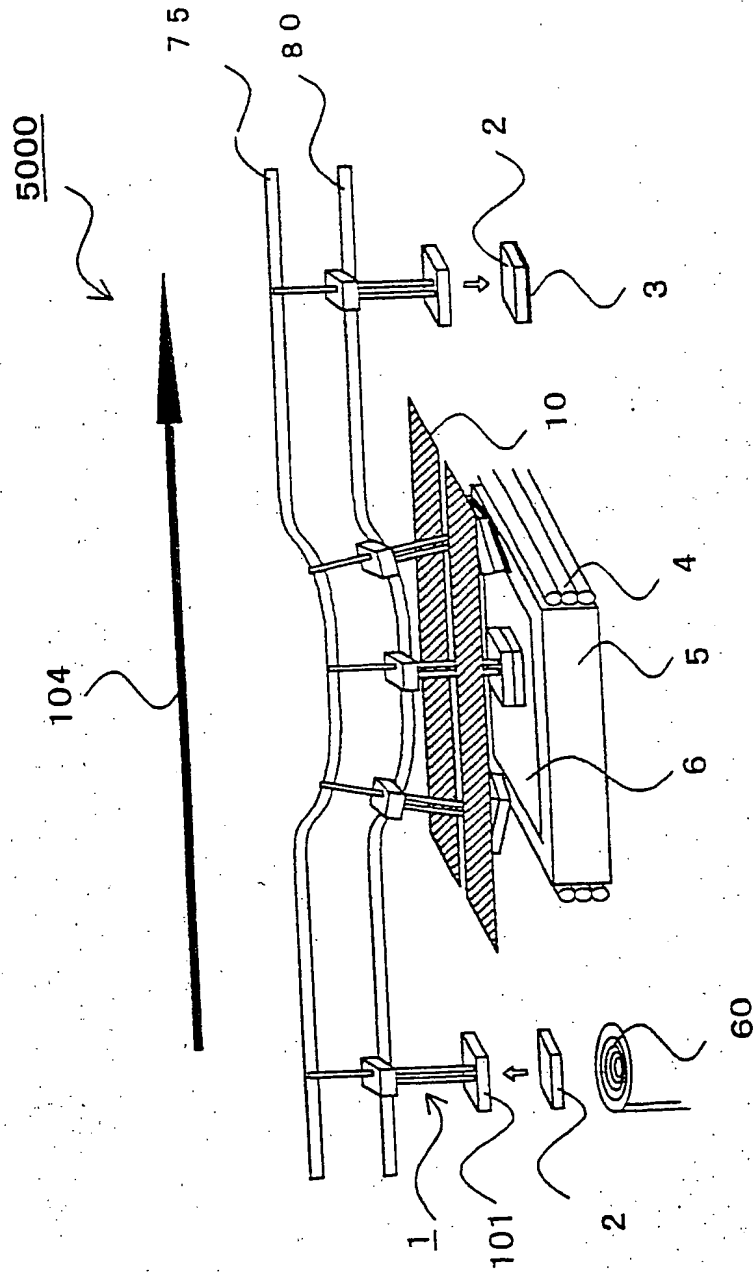


FIG. 15

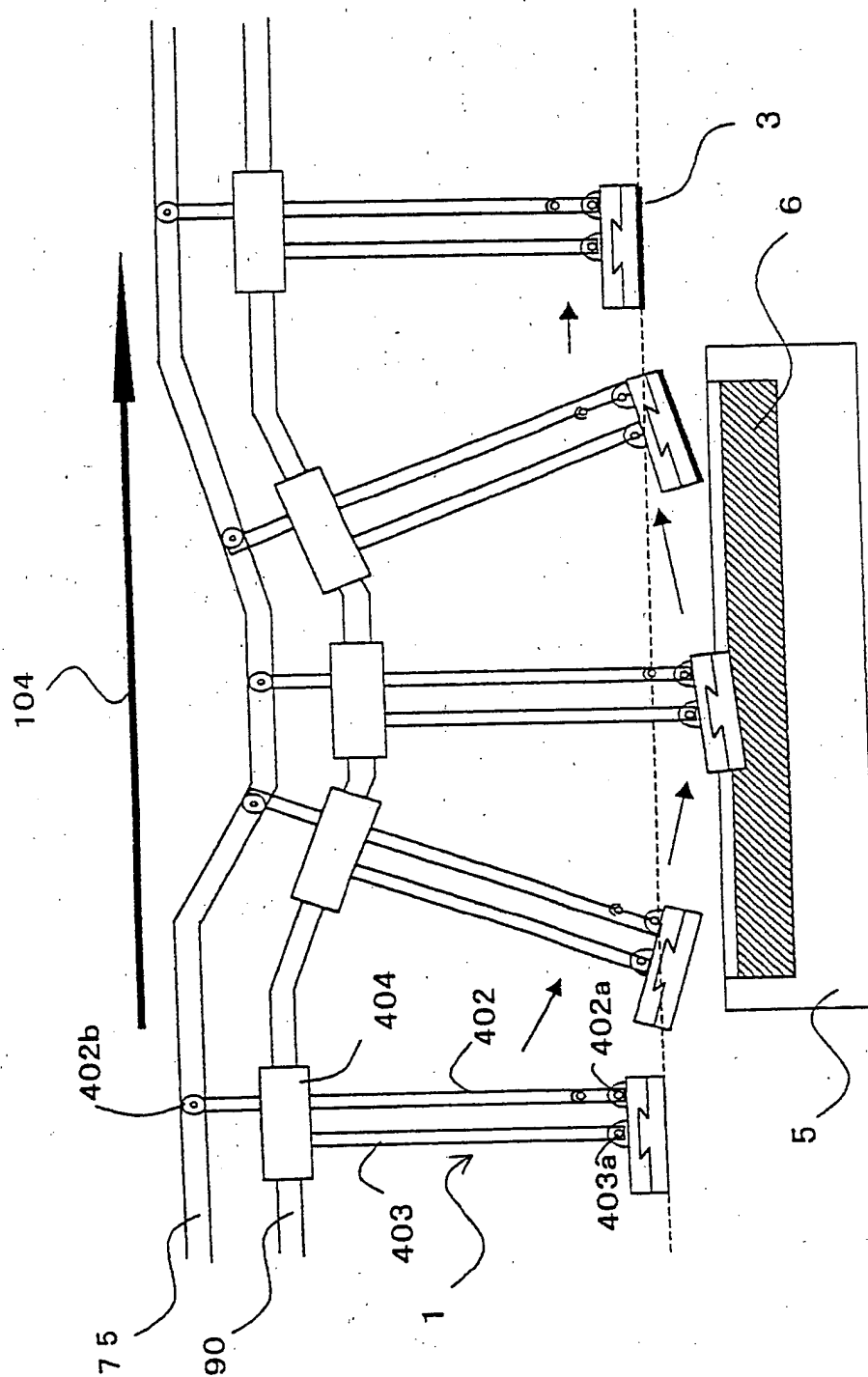


FIG. 16

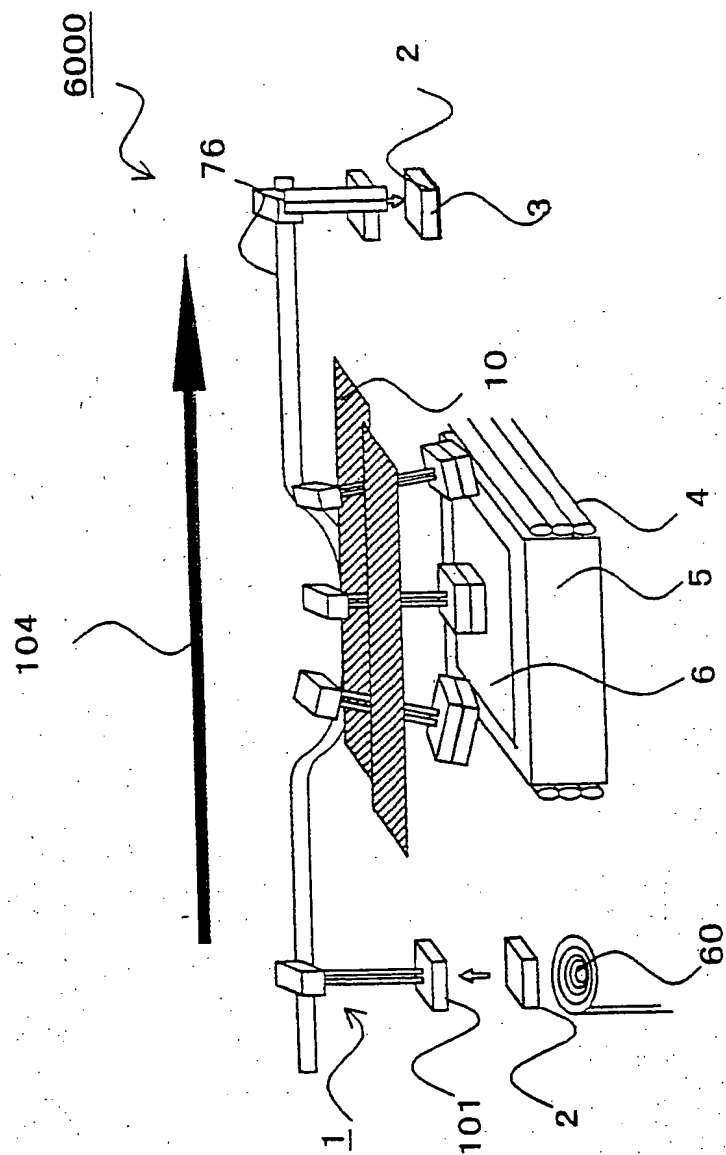


FIG. 17

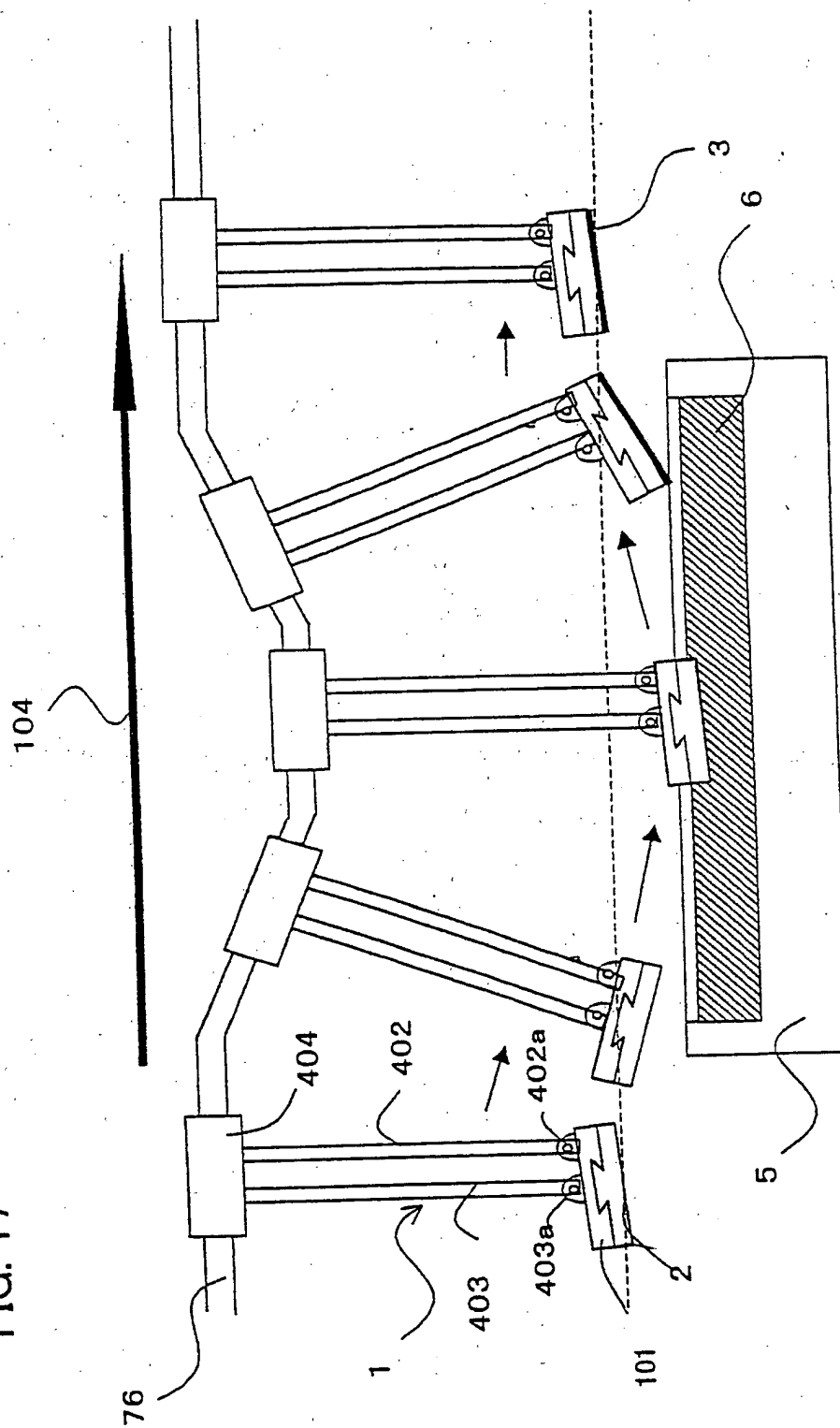


FIG. 18

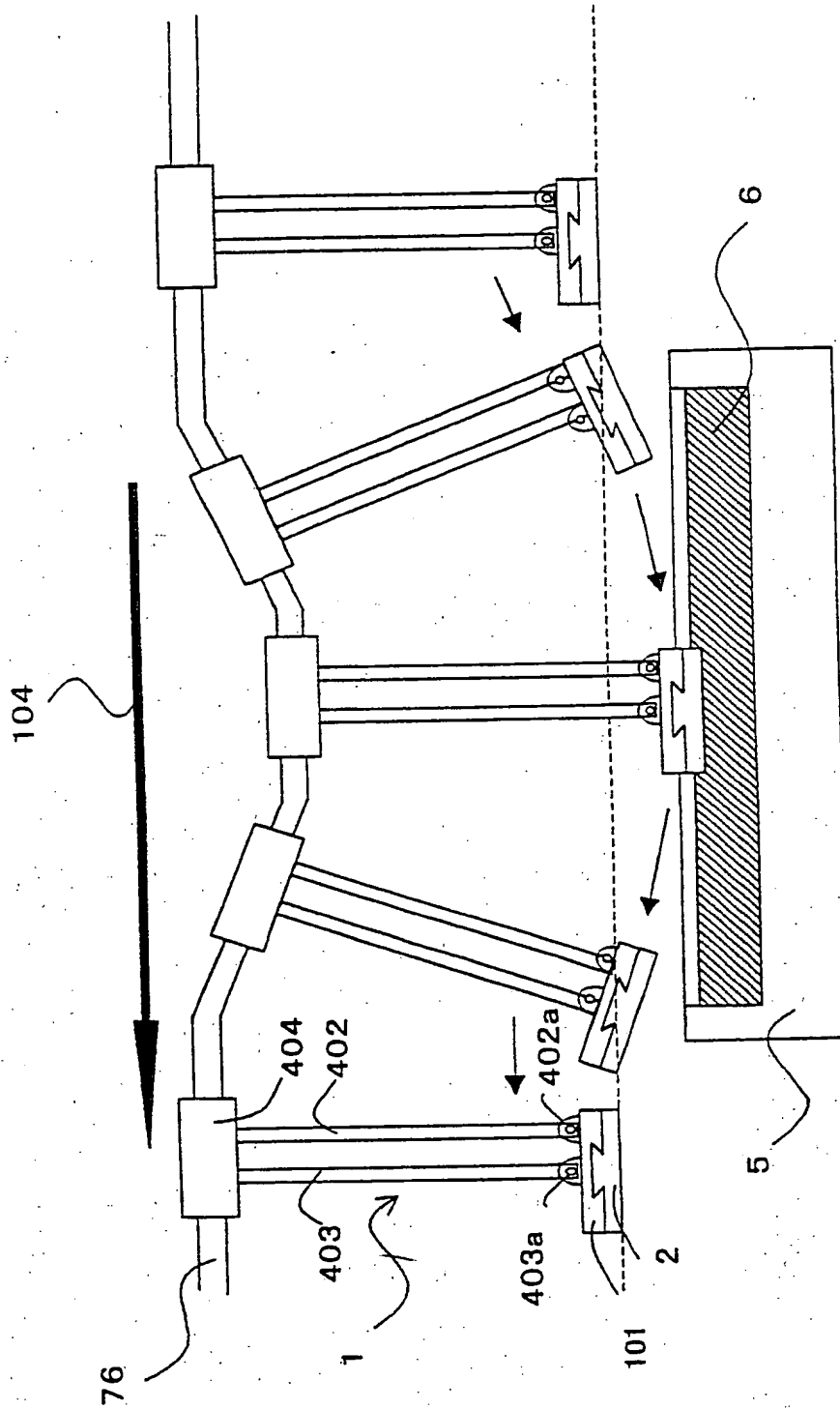


FIG. 19

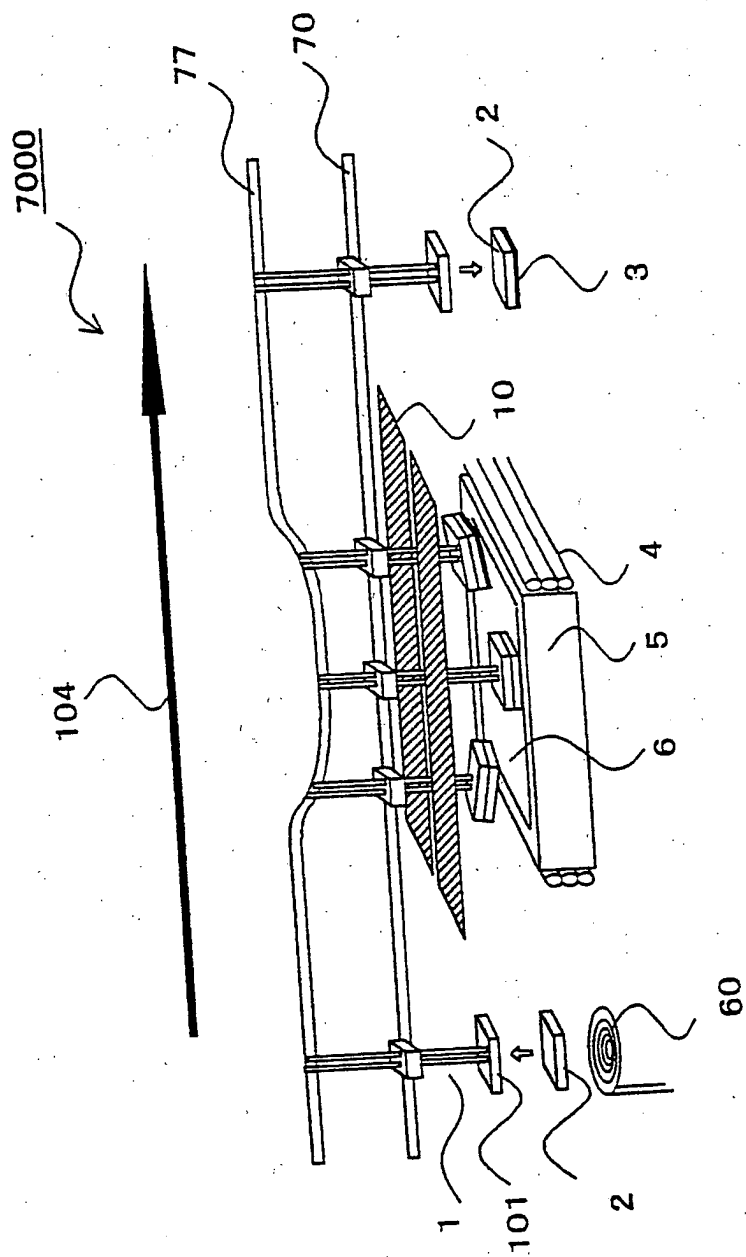


FIG. 20

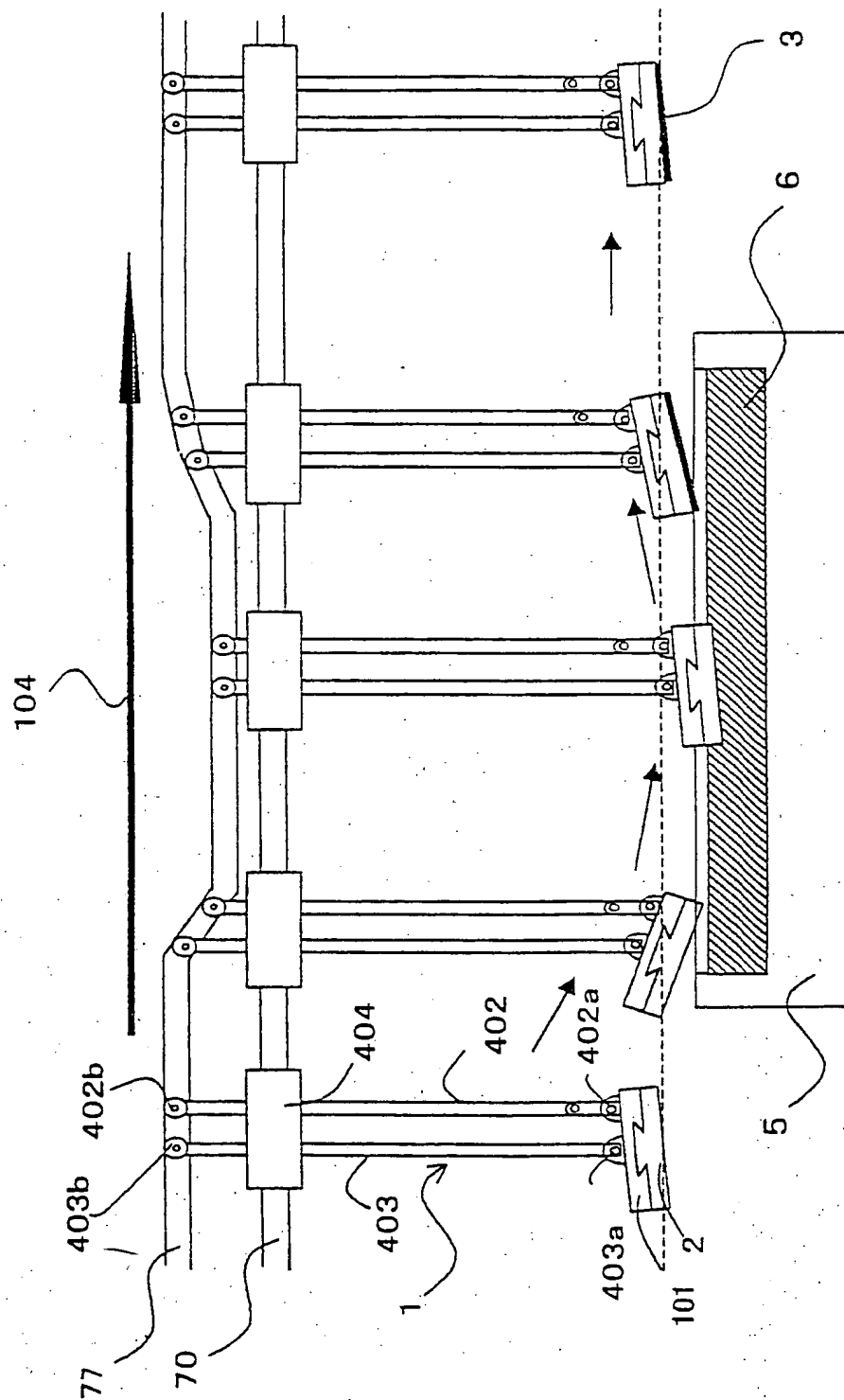


FIG. 21

